

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



MACROMICETOS ASOCIADOS A DOS TIPOS DE VEGETACIÓN
EN LA SIERRA MADRE DE CHIAPAS

POR:

Ing. María Esperanza Morales Díaz

TESIS:

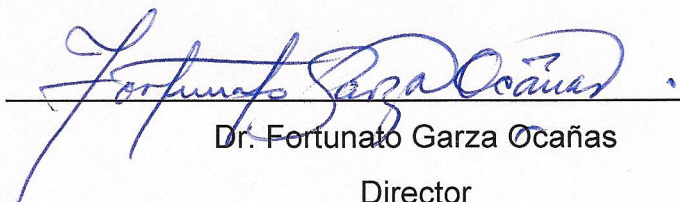
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

Linares, Nuevo León

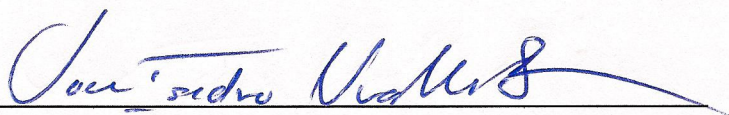
Diciembre, 2018

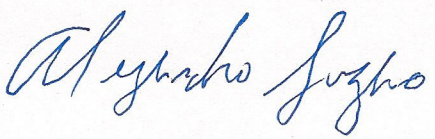
**MACROMICETOS ASOCIADOS A DOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA SIERRA
MADRE DE CHIAPAS**

Aprobación de tesis


Dr. Fortunato Garza Ocañas
Director


Dr. Horacio Villalón Mendoza
Asesor


Dr. José Isidro Uvalle Saucedo
Asesor


Dr Eloy Alejandro Lozano Cavazos
Asesor externo

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Por otorgarme la beca para realizar mis estudios de posgrado.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), en especial a la Facultad de Ciencias Forestales (FCF-UANL), donde aprendí mucho y conocí a magnificas personas, GRACIAS por todo.

A Dr. Fortunato Garza Ocañas, por su disposición y paciencia al dirigir mi trabajo de investigación, sobre todo por haberme brindado la base de la micología, siempre estaré profundamente agradecida por ser un grandioso ser humano y por las múltiples charlas llenas de consejos ¡Viva la micología!

A mis asesores Dr. Isidro Uvalle y Dr. Horacio Villalón, por el tiempo que dedicaron al revisar el escrito, por sus valiosos comentarios y a Dr. Eloy Lozano, por formar parte de mi comité.

A José Luis González y Mauricio Mejía, por su gran apoyo en campo y caminatas en busca de hongitos. Al técnico Luis Daniel López por su valioso apoyo en la fase final de éste trabajo.

A mis amigos del alma, M.C. Nancy Mancilla, Ing. Esperanza Hernández, Ing. Karla Flores e Ing. Jesus Campos, porque a pesar de los años no hemos perdido el hilo de la amistad.

Agradezco también a aquellas amistades que se formaron en el camino, con quienes caminé el mismo sendero y que han dejado una huella imborrable en mi vida.

DEDICATORIA

Con Todo cariño y amor a mi esposo Edwin G. Verdugo, por tu optimismo e inquebrantable paciencia, porque me apoyaste en este proceso de investigación, me ayudaste hasta donde te era posible y sobre todo por comprender mi ausencia; sabes que mis éxitos son tuyos también, hoy concluimos una meta y todas las que nos faltan juntos.

A ti Carlita Díaz, por acompañarme y apoyar mis aventuras, que cuando he perdido la fe en mí, ahí estas tu motivándome a continuar y apoyándome ilimitadamente. Te amo mamá.

A Jorge L. y Jesus W. Gracias por llenar mi vida de grandes momentos, en donde hemos compartido triunfos, fracasos y muchas alegrías, gracias por apoyarme siempre, los amo.

A ustedes mamita Delfi, por ser mi refugio en el que comparto grandes momentos y sobre todo por tu infinito amor. A ti Papá Oli†, sé que donde estas sonríes hoy por mí y que estas orgulloso por este logro. vivirás siempre en nuestros corazones papá.

A tíos Rosy, Tin, Leo, Ary, Oli, porque me inspiran a continuar en esta travesía, a tía Blanqui por llegar a iluminar a nuestra familia, a Magui Díaz, porque siempre ha sido mi guía.

A bebés, Samuel y José, que con sus sonrisas y travesuras me llenan el alma de buena vibra.

A tía Idu y primos, Goñis, Yoyi, Maga, Isa y Memito, por el gran cariño que nos tenemos.

A Suegra Sandra, que desde la distancia me demostró su cariño y apoyo incondicional, a mis cuñados, Marly, Yady y Dany, ¡tengo la suerte de tener una nueva familia!

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
LAMINAS	X
RESUMEN	XI
SUMMARY	XII
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	3
Macromicetos	3
Funciones ecológicas y relación macromicetos-vegetación.....	5
Relación macromicetos-factores ambientales	6
Características del área de estudio	7
Edafología	7
Climatología	7
Isotermas e Isoyetas	8
Estudios previos en Chiapas	9
JUSTIFICACIÓN.....	11
HIPÓTESIS.....	12
OBJETIVO	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Descripción del área de estudio	13
Ubicación de parcelas de muestreo	14
Caracterización de la vegetación	16
Área basal-Cobertura	16
Densidad arbórea por hectárea.	17
Registro de datos de macromicetos	17
Deshidratación de especímenes	17
Variables edáficas y ambientales	18
pH.....	18
Humedad.....	18

Luminosidad	18
Análisis de datos	18
RESULTADOS	20
Caracterización de la vegetación	20
Composición de la vegetación arbórea	22
Índice de valor de Importancia de BMM.....	23
Índice de valor de importancia de BQP	25
Similitud de vegetación	26
Diversidad de macromicetos	27
Distribución de especies de macromicetos en el bosque de <i>Quercus-Pinus</i> municipio de Motozintla del estado de Chiapas.....	36
Distribución de especies de macromicetos en el bosque Mesófilo de Montaña del municipio de Motozintla del estado de Chiapas.	37
Uso de los macromicetos	59
Hábito de crecimiento de los macromicetos	59
Macromicetos en bosque mesófilo de montaña.....	60
Macromicetos en bosque de encino pino.....	65
Diversidad alfa	69
Similitud en Macromicetos asociados a vegetación.....	70
Variables ecológicas, ambientales y edáficas.	72
Cobertura arbórea	72
Luminosidad	73
pH.....	74
Humedad del suelo	75
Correlaciones variables ambientales y diversidad de macromicetos	75
DISCUSIÓN	77
Vegetación.....	77
Diversidad beta de especies arbóreas.	79
Cobertura arbórea (Área basal).....	80
Especies de macromicetos asociados por tipo de vegetación	82
CONCLUSIONES	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Suelos en el municipio de Motozintla, Chiapas.....	7
Figura 2. Clima en el municipio de Motozintla, Chiapas.....	8
Figura 3. Isoyetas e Isotermas en los tipos de vegetación Bosque mesófilo de montaña y bosque de encino pino en el municipio de Motozintla de Mendoza....	8
Figura 4. Diagrama de flujo de las actividades de este estudio.....	13
Figura 5. Ubicación del municipio de Motozintla en el estado de Chiapas.....	14
Figura 6. Ubicación de sitios de muestreo en el municipio de Motozintla de Mendoza.....	14
Figura 7. Ubicación de parcelas de muestreo.....	15
Figura 8. Imagen representativa de dos tipos de vegetación a) Bosque mesófilo de montaña y b) Bosque de Encino.....	20
Figura 9. Composición de la vegetación arbórea de los tipos de vegetación.....	23
Figura 10. Bosque Mesófilo de Montaña: hojas y frutos de especies representativas. a) <i>Hedyosmum mexicanum</i> b) <i>Meliosma máxima</i> c) <i>Fuchsia paniculata</i> d) <i>Critoniadelphus nubigenus</i> e) <i>Miconia oligocarpa</i> f) <i>Phyllonoma latiscuspis</i>	26
Figura 11. Bosque Quercus-Pino: hojas y frutos de algunas especies representativas. a) <i>Pinus oocarpa</i> b) <i>Quercus candicans</i> c) <i>Quercus segoviensis</i> d) <i>Quercus acutifolia</i> e) <i>Styrax argenteus</i> f) <i>Lippia myriocephala</i>	27
Figura 12. Distribucion de 26 especies de macromicetos en el bosque de <i>Quercus Pinus</i> en el ejido Los Alisos	36
Figura 13. Distribución de 12 especies de macromicetos en el bosque de <i>Quercus Pinus</i> en el ejido Motozintla.....	36
Figura 14. Distribucion de 101 especies de macromicetos en el bosque Mesófilo de Montaña en el ejido Niquivil.....	37
Figura 15. Distribución de 40 especies de macromicetos en el bosque de Mesófilo de Montaña en el ejido Zapata.....	37
Figura 16. Comestibilidad de macromicetos en BMM y BQP: no comestibles (97), tóxicas (53), medicinales (5) y comestibles (3)	59
Figura 17. Hábito de crecimiento de macromicetos en BMM y BQP: saprobio (110), micorrícicas (44), patógenos (P) y parásita (1)	60
Figura 18. Especies con valor de Importancia de macromicetos para bosque Mesófilo de Montaña.....	65
Figura 19. Especies con valor de Importancia de macromicetos para bosque de encino pino.....	69
Figura 20. Diversidad alfa de especies de macromicetos en ambos tipos de vegetación.....	70

Figura 21. Dendrograma usando el coeficiente cualitativo de Sorensen. Se muestra la similitud de sitios con base en datos de presencia/ausencia de macromicetos. Se muestra agrupación de acuerdo al tipo de vegetación en donde fueron registrados.....	71
Figura 22. Distribución de los datos de cobertura. a) comparando los 4 sitios y b) los dos tipos de vegetación. Se muestra diferencias significativas ($p=0.007$) entre BMM y BQP, donde Niquivil tiene los datos más altos de cobertura.....	73
Figura 23. Distribución de los datos de luminosidad entre a) Sitios ($p=0.0001$) 7 b) Tipos de vegetación ($p= 0.0001$). Ambos con valores altamente significativos.....	74
Figura 24. Gráficos de distribución de valores de pH entre los sitios y comparando tipos de vegetación. En ambos no hubo diferencias estadísticas significativas ($P = 0.062$ y 0.19)	74
Figura 25. Distribución de los datos de humedad del suelo entre sitios (a) y entre tipos de vegetación (b). En ambos hay una significancia muy alta. Se nota claramente la diferencia de humedad entre los tipos de vegetación.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de las especies arbóreas en BMM y BQP, registradas en las áreas de estudio.....	21
Tabla 2. Índice de valor de importancia para BMM.....	24
Tabla 3. Índice de Valor de Importancia para BQP.....	25
Tabla 4. Distribución de macromicetos en ambos tipos de vegetación (BMM 127 spp. y BQP 36 spp.), su hábito de crecimiento saprobio (S= 110), micorrícicas (M= 44), patógenos (P= 3) y parásita (Par= 1) y su comestibilidad (uso): especies no comestibles (NC= 97), tóxicas (T= 53), medicinales (M= 5) y tres comestibles (C= 3). En las columnas de tipos de vegetación se reporta el número de especímenes	28
Tabla 5. Distribución de géneros de macromicetos correspondientes a BMM y BQP.....	58
Tabla 6. Distribución del número de familias en los ejidos Niquivil y Zapata de BMM.....	61
Tabla 7. Géneros de macromicetos encontrados en los ejidos pertenecientes a BMM (Niquivil y Zapata)	62
Tabla 8. Especies de macromicetos encontrados en los ejidos Niquivil y Zapata pertenecientes a BMM.....	63
Tabla 9. Familias de macromicetos encontrados en Alisos y Motozintla pertenecientes a BQP.....	66
Tabla 10. Géneros de macromicetos en Alisos y Motozintla pertenecientes a BQP.....	67
Tabla 11. Especies de macromicetos en Alisos y Motozintla pertenecientes a BQP.....	68
Tabla 12. Resultados de índices de diversidad alfa y análisis de la similitud de especies entre los sitios, de muestreo y los dos tipos de vegetación, BMM y BQP.....	71
Tabla 13. Variables ambientales en bosque para los cuatro sitios de muestreo pertenecientes a bosque mesófilo de montaña y bosque de encino pino.....	72
Tabla 14. Datos de las variables usadas para los coeficientes de correlación, por sitio de muestreo y tipos de vegetación, bosque mesófilo de montaña y bosque de pino encino.....	76
Tabla 15. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables edáfico-ambientales y la diversidad de macromicetos expresada a través del índice de Margalef.....	76

LAMINAS

Lamina 1. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	38
Lamina 2. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	39
Lamina 3. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	40
Lamina 4. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	41
Lamina 5. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	42
Lamina 6. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	43
Lamina 7. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	44
Lamina 8. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	45
Lamina 9. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	46
Lamina 10. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	47
Lamina 11. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	48
Lamina 12. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	49
Lamina 13. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	50
Lamina 14. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	51
Lamina 15. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	52
Lamina 16. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	53
Lamina 17. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	54
Lamina 18. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	55
Lamina 19. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	56
Lamina 20. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y <i>Quercus Pinus</i> en Motozintla, Chiapas.....	57

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la región Sierra Madre de Chiapas con el objetivo de conocer las principales características ecológicas que determinaron la presencia de especies de macromicetos en dos tipos de vegetación i.e. Bosque encino-pino (BQP) y Bosque mesófilo de montaña (BMM) localizados en el municipio de Motozintla en 4 ejidos (Niquivil, Zapata, Los Alisos y Motozintla). Los sitios de muestreo fueron elegidos al azar (2 por tipo de vegetación), y se ubicaron 4 parcelas de 5 x 20 (100 m²) orientados a puntos cardinal N, S, E y O dando un total de 8 parcelas por tipo de vegetación, el muestreo se realizó en las 4 estaciones del año. A los frutos se les registraron los datos en fresco e.g. tamaño, forma, color, textura y consistencia e.g. píleo, contexto, himenóforo y estípites). Los resultados de la composición de vegetación un total de 170 individuos pertenecientes a 26 familias, 43 géneros y 49 especies para ambos tipos de vegetación (BMM y BQP). En el BMM las tres especies de mayor importancia ecológica son *Alnus acuminata*, *Quercus benthamii* y *Critoniadelphus nubigenus* y para el BQP son *Pinus maximinoi*, *P. ayacahuite* y *Quercus benthami*. Los resultados de especies de macromicetos muestran 36 familias, 79 géneros y 158 especies para los dos tipos de vegetación en los años 2017 y 2018. Las especies con mayor importancia ecológica fueron para BMM *Agaricus* sp. 1, *Agaricus* sp. 2, *Amanita afin fulva* y para BQP, *Agaricus* sp. 1, *Amauroderma* sp y *Annulohypoxylon thouarsianum* 1. En cuanto hábito de crecimiento 110 saprobias, 44 micorrícicas, tres patógenos y una especie parásita. En la comestibilidad, 97 especies no comestibles, 53 tóxicas, 5 medicinales y tres especies comestibles, para ambos ecosistemas. Para el índice de similitud de Sorensen se obtuvo el 0% para similitud en vegetación arbórea. Este mismo índice para la similitud de macromicetos presentes en ambos sitios de vegetación fue de 2.68%, observándose una baja similitud en ambos tipos de vegetación. En la correlación en variables ambientales y macromicetos se encontró positiva entre la diversidad de macromicetos y la diversidad arbórea. El factor ambiental, con mayor incidencia positiva es la cobertura arbórea (0.98), posteriormente la humedad del suelo (0.88) y por último la diversidad arbórea (0.62).

SUMMARY

This investigation was carried out at the region Sierra Madre de Chiapas in the state of Chiapas. The aim of this study was to know the main ecological characteristics present in two vegetation types: Oak-Pine forest (OPF) and Mesophytic mountain forest (MMF) which determined the presence and diversity of species of macromycetes. These forests are located at the municipality of Motozintla at 2000 and 3500 m of altitude respectively and the study sites belong to four ejidos (i.e. Niquivil, Zapata, Los Alisos y Motozintla). Sampling plots were randomly selected (two for vegetation type) and four 5 x 20 (i.e. 100 m²) plots were placed in a N, S, W, E, orientation giving a total of 8 plots per vegetation type. Sampling seasonally was carried out during two years and all fresh characteristics of fruiting bodies e.g. size, shape, color, texture and consistency of all parts were registered. Results showed that both vegetation types are composed of 170 individuals belonging to 26 families, 43 genera and 49 species; *Alnus acuminata*, *Quercus benthamii* y *Critoniadelphus nubigenus* *Alnus acuminata*, *Quercus benthamii* y *Critoniadelphus nubigenus* are the species with the highest ecological importance for the MMF and *Pinus maximinoi*, *P. ayacahuite* y *Quercus benthamii* for the OPF respectively. Regarding macromycetes both vegetation types had 158 species belonging to 36 families and 79 genera. The species with highest ecological importance were *Agaricus* sp. (1), *Agaricus* sp. (2), *Amanita fulva* for the MMF and *Agaricus* sp. 1, *Amauroderma* sp y *Annulohypoxyylon thouarsianum* 1. for the OPF. Regarding the growth habit 110 species were saprotrophs, 44 mycorrhizal, 3 pathogens and 1 parasite and 97 species were considered as not edible, 53 toxics and 5 medicinal. According with the results obtained from the Sorensen similarity index there was no similarity (0%) in tree species for both vegetation types and (2.68%) of macromycetes similarity (i.e. low) for both vegetation types. Regarding the correlation analysis results showed that there was a positive interaction between the diversity of macromycetes with that for trees. The main environmental factor with a highest positive interaction was tree cover (0.98) followed by soil humidity (0.88) and tree diversity (0.62).

INTRODUCCIÓN

En los ecosistemas existe una fuerte relación entre los componentes bióticos y abióticos y las especies que los componen y existen complejas relaciones entre todos ellos. Las especies no sólo responden al ambiente físico, sino que lo modifican, y al hacerlo, se transforman en parte del mismo ambiente (Smith & Smith, 2007). Por eso, cada componente del ecosistema tiene funciones importantes que, al ser alteradas, tiene efectos en los elementos con los que se relaciona. El estudio de los componentes ecosistémicos ha tenido grandes avances en el conocimiento de las plantas y animales, y hasta hace poco, se han comenzado a estudiar los hongos.

Los hongos pueden ser clasificados conforme a su tamaño, en micromicetos y macromicetos, ambos pueden tener diferentes formas de nutrición (saprobios, parásitos, patógenos y micorrícicos), (López, 2007).

Los hongos macromicetos son organismos filamentosos, eucarióticos, heterótrofos, aclorofílicos, que se reproducen asexual y sexualmente a través de esporas. Poseen una pared celular compuesta principalmente por quitina, se alimentan por absorción, formando esporas mayores a 1 mm, tamaño que los hace visibles al ojo humano. Esta definición incluye a organismos que pertenecen al reino Fungi y están representados en cuatro Phyla: Zygomycota, Glomeromycota, Ascomycota y Basidiomycota (Kirk, et al., 2008).

Las diversas condiciones ambientales como los elementos del clima a escala regional y la evolución de los diversos ecosistemas han desembocado en una gran diversidad biológica de diversos taxones.

En nuestro país tenemos una gran diversidad de plantas asociadas a los diferentes tipos de vegetación, que a su vez forman condiciones ambientales locales y fomentan la diversidad de especies asociadas, como lo hongos macromicetos (Guzmán, 1973).

En la actualidad es importante implementar estudios que ayuden al conocimiento de la diversidad de especies de macromicetos de los ecosistemas forestales que han sido poco estudiados.

Conocer la presencia de hongos asociados a los tipos de vegetación, aporta información para comprender patrones de distribución, y si le añadimos la relación que hay entre su presencia y las variables ambientales, edáficas y ecológicas, estaremos más cerca de conocer qué factores determinan en parte la distribución de las especies. (Maciel-Mata, et al., 2015).

El conocimiento y registro de especies fúngicas en los distintos tipos de vegetación, aporta información importante ante los cambios ambientales extremos, y la antropización de los ecosistemas naturales, que amenazan con destruir la diversidad biológica a un ritmo acelerado (Medrano Meraz, 2015).

El registro de especies de macromicetos del estado de Chiapas debe incrementarse debido a que son muchas las regiones que no han sido estudiadas y existe un gran desconocimiento de las especies de macromicetos que crecen en cada tipo de vegetación. En general son pocos los estudios acerca de los macromicetos de México que añaden datos acerca de la condición de la vegetación en la que crecen, así como otras variables e.g. suelo, clima, altitud, luminosidad que contribuyen a la presencia de las especies en cada tipo de vegetación. Al respecto no existen estudios acerca de los macromicetos en la Sierra Madre de Chiapas lugar donde se localiza la mayor superficie (0.1) de bosque mesófilo de Montaña del país. Además, los bosques de encinos y pinos cubren el 9.3% de su territorio (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] 2005), convirtiéndolo en es una de las zonas de mayor diversidad biológica del estado de Chiapas y de México.

ANTECEDENTES

Macromicetos

Cuando hablamos de un número estimado de hongos en el planeta, no se tiene dato exacto, los estudios realizados desde 1991 a la fecha, se basan en parámetros que revelan cifras muy variables, que van desde 500,000 hasta 9.9 millones de especies (Aguirre-Acosta et al., 2014). La cifra más utilizada para denotar el número de hongos existentes en el planeta es de 1.5 millones de especies, propuesta por Hawksworth (1991, 2001).

Para el estado de Chiapas se calcula que existen alrededor de 49,000 especies de hongos, donde 5,000 son macroscópicas (Ruan-Soto, 2005). Para México se estiman que pudieran existir alrededor de 53,000 a 110,000 especies macromicetos (Müeller, 2007).

El estudio de los macromicetos en México ha pasado por dos etapas importantes, Guzmán (1998a) hizo un análisis del desarrollo de los estudios micológicos, y menciona que desde el siglo XVI a mediados del siglo XX se habían publicado 665 trabajos relacionados con los hongos; el 70% de ellos fueron realizados por autores extranjeros y citaron aproximadamente 1,000 especies; asimismo, señala que el desarrollo de la micología en México se da a partir de la década de 1970, porque el 82.4% de los artículos publicados ya es de autores mexicanos.

Existe una relación marcada entre el número de especies arbóreas y el número de especies de hongos. Se ha estimado que por cada especie de plantas hay seis especies de hongos (Hawksworth, 1991). Muchos estudios se han realizado sobre macromicetos en diferentes tipos de vegetación, realizándose colectas e identificando los macromicetos.

Diversos estudios han revelado la presencia de los distintos macromicetos en los distintos tipos de vegetación. Detrás de estas asociaciones demostradas, hay condiciones históricas, ecológicas y fisiológicos que influyen en la distribución geográfica de las especies (Maciel-Mata et al., 2015).

Guzmán, (1995) menciona que la vegetación tropical y subtropical son las más ricas en especies fúngicas. Más tarde Guzmán (1998a) reporta que la diversidad fúngica mexicana es mayor en los bosques tropicales y subtropicales que en los bosques de encinos y coníferas de zonas templadas, y menor en las zonas áridas.

Otros investigadores como Mendoza y Valenzuela, (2010) revelaron que los bosques de encinos y los bosques mesófilos de montaña, también destacan por su presencia de hongos. Heredia (2013), menciona que el bosque mesófilo de montaña por su clima, alta producción y acumulación de hojarasca, es un ecosistema que favorece el desarrollo de los hongos.

Heredia (1989) realizó un estudio en el estado de Tamaulipas donde analizó la distribución, el sustrato e importancia de 126 especies de hongos (275 especímenes) en un gradiente altitudinal de 1400 m a 240 m, incluyendo cuatro tipos de vegetación: Bosque tropical subcaducifolio, Bosque mesófilo de Montaña, Bosque de encino-pino y zona de transición entre bosque mesófilo de montaña-Bosque de encino pino. Reporta 102 especies basidiomycotina, 19 Ascomycotina y cinco Myxomycetes. El BMM registró el mayor número de especies de hongos (89), seguido en orden decreciente el bosque encino-pino, zona de transición y por último el bosque tropical subcaducifolio. En esta investigación se encontraron que para BMM las especies más abundantes fueron: *Mutinus caninus*, *Phillipsia dominguensis*, *Hexagonia hydroides*, *Auricularia mesenterica*, *Hydnopolyporus fimbriatus* y *cotylidia diaphana*. Estas especies son consideradas típicas de bosques tropicales y el 80% de las especies identificadas son típicas de bosques templados. BMM presentó los siguientes índices de similitud: 49% con zona de transición con bosque de pino-encino, 25% con bosque tropical subcaducifolio, 38% con bosque de encino-pino.

En este mismo estudio reporta que encontró que en el bosque mesófilo de montaña presentó una riqueza considerable de hongos desarrollándose sobre troncos tirados, esto representó el 50% de las especies colectadas en BMM.

En relación a la forma de vida de los hongos, en muchos estudios se han reportado una predominancia de los hongos saprófitos o que viven de la degradación de la materia orgánica. El estudio anterior encontró que en BMM 50% de las especies son de esta forma de vida. Díaz-Moreno et al., (2005), en el estado de Durango realizaron una colecta en bosque de pino y encino-pino, y de las 123 especies identificadas, presentaron mayor número de especies (51 spp.) las que se desarrollaron sobre un sustrato de madera y ocho especies en sustrato de hoja y humus. Y las familias más representadas, fueron *Polyporaceae* (34%), *Hymenochaetaceae* (13.8%), *Amanitaceae*, 6.5%, *Boletaceae* (5.7%) y *Tricholomataceae* (4.8%).

En este trabajo se encontró que en bosque de tropical subcaducifolio se encontró una mayor proporción de especies lignícolas que humícolas, a diferencia del bosque mesófilo donde hubo igual proporción.

Una comparación entre los macromicetos presentes entre un bosque de *Abies religiosa*, un bosque de *Pinus hartwegii* y un bosque mixto de *Abies*, *Cupressus*, *Pinus* y *Quercus*, en el Distrito Federal, reveló que el bosque mixto fue el que presentó más riqueza de especies con 167, el bosque de *Abies* con 102 y el de *Pinus* solo 94. La similitud de especies entre los tres tipos de vegetación fue entre bosque de *Abies* y bosque de pino 27%, entre bosque de *Abies* y bosque mixto de 17% y entre bosque de pino y bosque mixto de 11% (Villarreal-Ordaz & Cifuentes, 2007).

Funciones ecológicas y relación macromicetos-vegetación.

Los hongos macromicetos contribuyen en los procesos de degradación de la materia orgánica de diferente forma de acuerdo con su tipo de nutrición:

- ✓ Los saprobios degradan la materia orgánica del suelo del bosque (Pilz y Molina, 2001)
- ✓ Los micorrícicos se asocian con las raíces de los árboles, en un proceso clave en el flujo de los nutrientes, que circulan entre el suelo y las plantas en la mayoría de los ecosistemas terrestres (Martínez & Garza, 2015).

- ✓ Sirven de morada o alimento para muchas especies de animales (Alexopoulos et al., 1996) (Cepero et al., 2012).
- ✓ Su existencia, participa de manera silenciosa en la protección de la biodiversidad de forma directa e indirecta (Heilmann & Christensen, 2003).
- ✓ Su estrecha relación con otros organismos, como las especies vegetales los convierte en componentes fundamentales en el equilibrio de los ecosistemas naturales (Garza, et al., 2002).

Relación macromicetos-factores ambientales

Un estudio realizado en el área natural protegida de Sierra Fría, Pardavé y Terán (1999), registraron la presencia de macromicetos en los años consecutivos de 1996 y 1997 en un bosque de *Quercus*, y encontraron que en 1996 en las dos localidades fueron superiores (65 y 51 especies en ambas localidades), en relación a 1997 (10 y 5 especies). Se relacionaron directamente con las precipitaciones presentadas en ambos años, la cual para 1996 fue de 359.2 mm y de 235.8 para 1997.

Uno de los trabajos más extensos en relación a tipos de macromicetos y su asociación con un gradiente altitudinal es el de Vázquez (2008) realizado en Ixtepeji, Oaxaca. En él se analizó la diversidad y productividad en cuatro localidades de distintos tipos de vegetación y siguiendo un gradiente de altitud: Bosque de pino-oyamel (3120 m), bosque de encino-pino (2900 m), bosque de encino (2245 m) y bosque de encino chaparro (2010 m). registró 314, 280, 165 y 136 especies respectivamente. Encontró una correlación positiva entre la riqueza específica y la altitud. De igual manera encontró que en los sitios de mayor altitud, se encontraron más especies micorrícicas. La familia *Polyporaceae* fue la más abundante en bosque de encino-pino, y *Cortinariaceae* en bosque de encino.

Características del área de estudio

Edafología

Los suelos encontrados en el municipio de Motozintla son los correspondientes a Acrisol, Andosol, Cambisol y Regosol (Figura 1). Los suelos de las regiones tropicales húmedas se han desarrollado bajo condiciones en las cuales se pierde los elementos de Ca, Mg y K, lo que provoca su acidez (Piedrahíta, 2009).

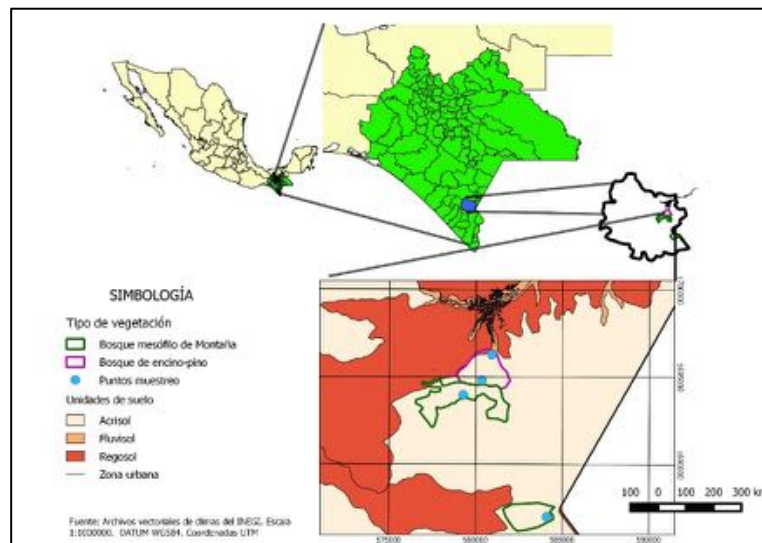


Figura 1. Suelos en el municipio de Motozintla, Chiapas

Climatología

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1987) el clima de Motozintla es cálido húmedo (Am) con abundantes lluvias en verano y una corta estación de seca, la cual tiene poco efecto en el clima en general. Las temperaturas varían desde los 14 °C a los 18 °C (Figura 2).

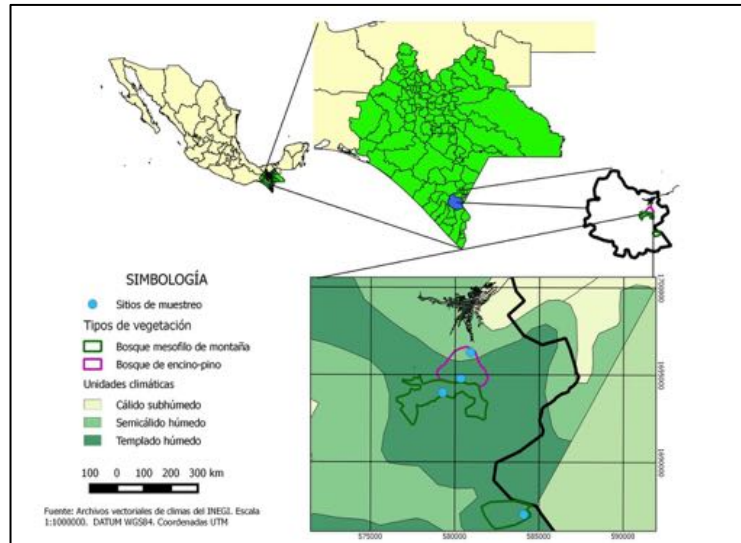


Figura 2. Clima en el municipio de Motozintla, Chiapas

Isotermas e Isoyetas

Para obtener los datos de temperatura media anual y precipitación media anual, se utilizaron las isotermas e isoyetas generadas (Figura 3) por INEGI (2018) y que están disponibles en su página oficial. Para el procesamiento de esta información geoespacial, se utilizó el software libre Qgis 2.8.7.

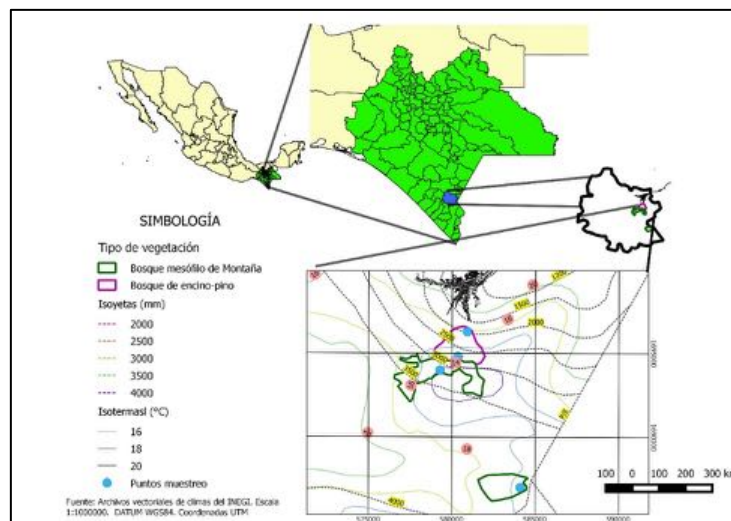


Figura 3. Isoyetas e Isotermas en los tipos de vegetación Bosque mesófilo de montaña y bosque de encino pino en el municipio de Motozintla de Mendoza

Estudios previos en Chiapas

En Chiapas los estudios que se tienen referente a micología son los trabajos etnomicológicos de Robles et al., (2007), quienes hicieron un acercamiento al conocimiento de la etnia tzeltal del Municipio de Oxchuc; de Ruán-Soto (2005), quien realizó un trabajo etnomicológico en la región de la Lacandona, en las comunidades Lacanjá-Chansayab y Playón de la Gloria, de los Municipios de Ocosingo y Marqués de Comillas, respectivamente; y de Medina (2007), quien a través de un estudio con habitantes de la región del volcán Tacaná, pertenecientes a la etnia Mam, registró algunos usos dados a algunas especies. Los trabajos que se han realizado sobre este grupo de hongos han sido explorados en la Zona de los Altos de Chiapas (Guzmán, 1972, Lampan, 2007a, Pérez-Moreno & Villarreal, 1988; San Martín, Yu-Min & Roger, 1999; Singer, 1976).

Para la zona de los Altos de Chiapas Robles et al., (2007) realizaron un inventario preliminar de los macromicetos, generando una lista de 78 especies de macromicetos de las cuales dieciocho de las especies estudiadas las reporta como nuevos registros para el estado.

Chanona-Gomez et al., (2007) realizaron un estudio en el parque educativo Laguna Bélgica, en el municipio de Ocozocoautla de Espinoza, Chiapas, para comparar la diversidad en los diferentes tipos de vegetación. De 144 especies encontradas (24 ascomycota y 120 basidiomicota), el bosque de *Quercus elliptica* fue la más diversa usando el índice de Simpson, en comparación al matorral herbáceo, selva mediana y un fragmento de *liquidambar stracyflua*. En este mismo trabajo se halló que 57.63% de los hongos, se encontraron en sustrato de madera en descomposición, 22 especies fueron determinadas óptimas para consumo humano. De acuerdo a los autores, se registraron por primera vez para Chiapas, las especies ascomicetos: *Scutellinia scutellata*, *Xylaria amphitele*, *X. persicaria*, *Chlorociboria aeruginosa* y las especies basidiomicetos *Amanita pantherina*, *Geastrum striatum*, *Hydnum repandum*, *Hygrocybe miniata*, *Scleroderma verrucosum*, *Cotylidia diaphana*, *Lactarius*

indigo, *Phlogiotis helvelloides*, *Hydnochaete olivaceae*, *Phellinus ferruginosus*, *P. contiguus*, *P. rufitinctus*, *Thelephora terrestris*, *T. cervicornis*, *Perenniporia ohiensis*, *Diplomitoporus lenis*, *Schizopora paradoxay* *Tremella fuciformis*.

Los macromicetos son un eslabón clave para el funcionamiento de los ecosistemas forestales, forman parte y soportan la biodiversidad, y participan en el reciclaje y captura de nutrientes, así como en la descomposición de la materia orgánica y mantenimiento de los bosques (Kirk et al., 2008). Muchas especies de árboles e.g. *Alnus*, *Quercus*, *Pinus* forman simbiosis micorrícicas especializadas con muchas especies de macromicetos en diferentes tipos de bosques incluyendo los tropicales y éstas ayudan a su desarrollo y crecimiento. Otros grupos de hongos también forman parte de la cadena alimenticia siendo alimento de insectos, roedores y otros vertebrados y también sirven para que algunas especies de insectos e.g. coleopteros, dipteros e hymenopteros depositen sus huevecillos para que sus larvas completen sus ciclos hasta llegar a adultos. Muchas especies de macromicetos producen frutos comestibles o medicinales que tienen importancia económica y complementan los ingresos anuales de muchas familias que los colectan (Mueller et al.,). Por tal motivo es importante conocer tanto aspectos básicos de la biología como de las relaciones ecológicas y funcionamiento de los macromicetos en los diferentes tipos de bosques. Actualmente se sabe que los cambios ambientales globales extremos impactan invariablemente las condiciones ecológicas de los ecosistemas forestales y a las especies que los componen (Mueller et al.,). Entre más conozcamos el funcionamiento de los diversos componentes bióticos y sus relaciones con los elementos abióticos, más eficientemente podremos proyectar planes de acción para preservar el funcionamiento, la estructura y biodiversidad de los ecosistemas (Schmit & Müller 2007). La conservación de la diversidad significa conocer y mantener el funcionamiento de los ecosistemas y no solamente a las especies de interés. De ahí que es necesario conocer las relaciones inter e intraespecíficas de sus componentes (Müller y Schmit, 2007).

La socialización del conocimiento de la riqueza fúngica presente en los bosques es muy importante. Esto a fin de concientizar a las personas y valorar los recursos naturales que existen en sus predios forestales en México. Los bosques tropicales del mundo y de México revisten especial importancia por la diversidad de especies e.g. plantas, animales y hongos que albergan. Los macromicetos son muy diversos en estos bosques y cumplen con funciones importantísimas y muchas de las especies que crecen en ellos aún no han sido estudiadas, existiendo siempre la posibilidad de que muchas nuevas especies no hayan sido descubiertas todavía. De ahí la importancia del conocimiento y conservación de los bosques en las reservas ejidales a fin de generar una mayor valorización en estos predios forestales. Este primer acercamiento al registro y conocimiento de macromicetos, podrá ser utilizado como antecedente para elaborar planes de desarrollo económico local, en donde se debe tomar en cuenta el potencial que poseen.

JUSTIFICACIÓN

Son pocos los estudios acerca de las especies de macromicetos de los bosques tropicales del estado de Chiapas y se pueden ubicar en forma dispersa en alguna de las regiones socioeconómicas del mismo. Las regiones que tienen más registros son las que corresponden a la selva lacandona, la planicie costera del Soconusco y los Altos de Chiapas (Andrade-Gallegos y Sánchez-Vázquez, 2005).

Actualmente no existen estudios previos acerca de la diversidad de especies de macromicetos asociados a los bosques de encino-pino y mesófilo de montaña ni de la influencia que pueden tener los factores ambientales en ellos en el municipio de Motozintla de Mendoza en la Sierra Madre de Chiapas.

HIPÓTESIS

Las características ecológicas y ambientales presentes en los tipos de vegetación estudiados determinan la riqueza y diversidad de especies de macromicetos asociados a los tipos de vegetación en la Sierra Madre de Chiapas.

OBJETIVO

Conocer las principales características ecológicas y ambientales que determinan la presencia de especies de macromicetos en dos tipos de vegetación en la Sierra Madre de Chiapas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la estructura y composición de especies en los dos tipos de vegetación.

Determinar la riqueza y diversidad, hábito de crecimiento y comestibilidad de las especies de macromicetos asociadas a dos tipos de vegetación.

Determinar los factores ambientales que inciden en la presencia de las especies de macromicetos en cada tipo de vegetación.

Determinar si existe similitud entre las especies de los dos tipos de vegetación.

MATERIALES Y MÉTODOS

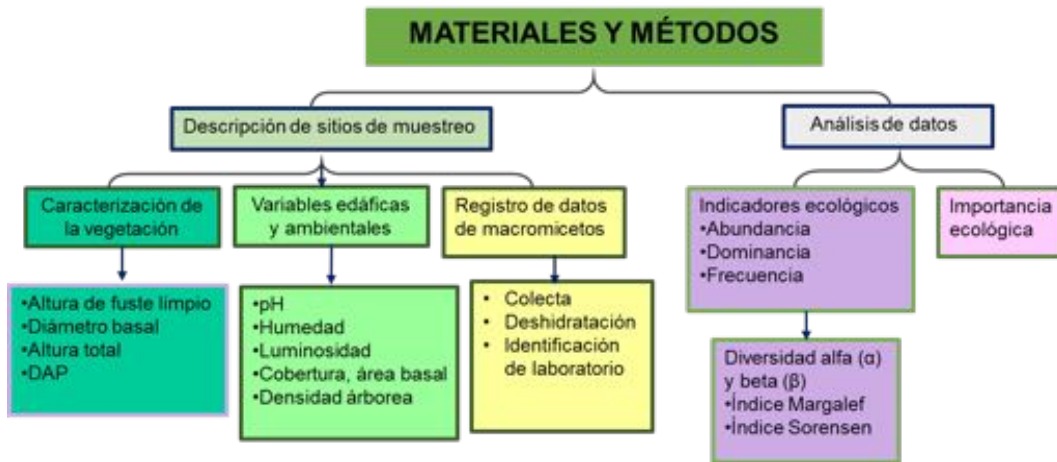


Figura 4. Diagrama de flujo de las actividades de este estudio

Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en la región XI Sierra Mariscal conformada por 10 municipios, ubicado en el estado de Chiapas (Figura 5) dicha región es caracterizada por su gran diversidad en vegetación como: selva mediana, selva alta, bosques de encinos, niebla y de pinos. El área de estudio tiene dos diferentes tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque encino-pino (BQP), localizados en el municipio de Motozintla de Mendoza (Figura 6), sus coordenadas geográficas son: 15° 22' N, 92° 15' W, con una precipitación anual de 4000 a 1500mm, clima templado húmedo C(m)(w) y semihúmedo A(C)m(w) y la hidrografía en la subcuenca río Huixtla y subcuenca río Tapizapa. Chiapas.

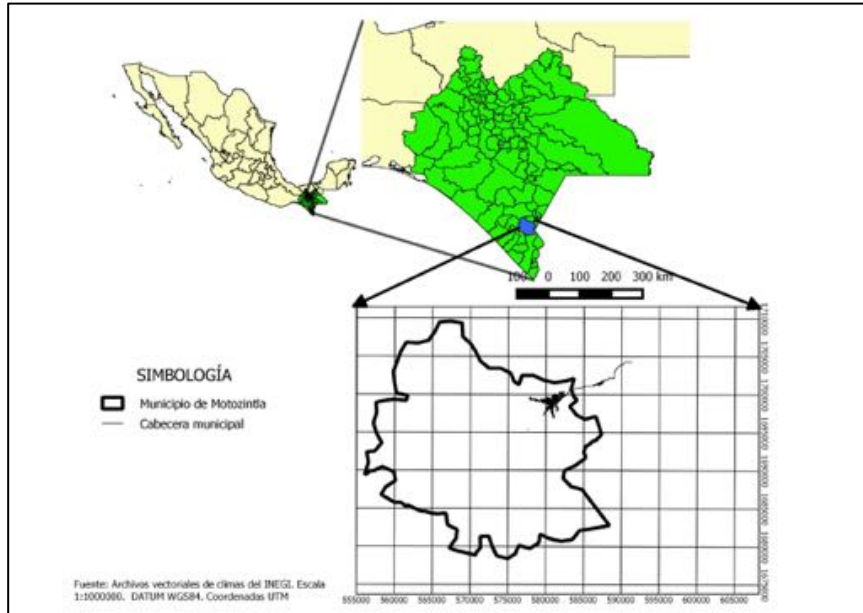


Figura 5. Ubicación del municipio de Motozintla en el estado de Chiapas



Figura 6. Ubicación de sitios de muestreo en el municipio de Motozintla de Mendoza

Ubicación de parcelas de muestreo

Con el apoyo del software gratis google earth pro, y con apoyo de las capas vectoriales del INEGI de Uso de suelo y vegetación serie V escala 1:1000000,

se localizaron, actualizaron y delimitaron las áreas de Bosque mesófilo de montaña y bosque de encino-pino. Es importante destacar que las capas vectoriales del INEGI, solamente se usó como referencia, debido al tamaño de la escala, y a los cambios permanentes que existen en la cobertura vegetal, se tuvo que delimitar los polígonos conservados para cada tipo de vegetación, a una escala más pequeña, alrededor de 1:15000.

Para el análisis del área y de cartografía se utilizó el software libre Qgis 2.8.7. Una vez delimitada los polígonos, se determinó al azar la ubicación de las parcelas de muestreo en mapa, y posteriormente se realizó su ubicación en campo. Se estableció una parcela por tipo de vegetación.

Cada parcela es de 400 m². El diseño de la parcela está conformado de 4 subparcelas cuadrangulares ordenadas en forma de cruz. Cada sub parcela es de 5x20 m, dando un total de 100 m². Cada uno de los cuadrantes estuvo dirigido a los puntos cardinales N, S, E y O.



Figura 7. Ubicación de parcelas de muestreo

Caracterización de la vegetación

Área basal-Cobertura.

La determinación de la cobertura de copa, suele ser una actividad que requiere mucho tiempo, por tal motivo se determinó la cobertura a través de los datos de cobertura de área basal. Tomando en cuenta que existe una alta correlación entre cobertura de copa y área basal, es posible usar el área basal para referirse a la cobertura. Para este trabajo se utilizó el dato del área basal para referirnos a cobertura, sabiendo que éste, está muy correlacionado a la cobertura de copa. La base científica para afirmarlo, lo provee Valdez-Lazalde et al., (2006). Esta regresión tiene una $R^2 = 0.98$.

$$CC = 105.08 + 584.43 AB$$

Donde:

CC = cobertura de copa

AB = Área Basal.

El área basal es el área transversal del árbol a la altura del pecho. Este dato se obtiene a partir del diámetro a la altura del pecho. Para obtener el área basal por hectárea, para este trabajo en donde el sitio es de 400 m² se ajustó la siguiente fórmula:

$$AB/ha = \left(\sum_i^{ni} 0.7854 * DAP^2 \right) 25$$

Donde:

AB: área basal (m²)

Σ = Sumatoria del área basal individual de todos los árboles (i hasta ni).

DAP = Diámetro a la Altura de Pecho.

Densidad arbórea por hectárea.

La densidad arbórea se calculó usando la fórmula:

$$D_{ha} = \left(\sum_{i=1}^{ni} \right) * 25$$

Donde:

Dha = Densidad individuos por hectárea

Σ = Sumatoria de los individuos por cada sitio de muestreo

Registro de datos de macromicetos

A las especies de macromicetos que se encontraron en las parcelas de muestreo se les registraron los datos en fresco e.g. tamaño, forma, color, textura y consistencia en las diferentes partes del basidioma (píleo, contexto, himenóforo y estípite). Posteriormente el material se colocó en bolsas de papel encerado con su respectiva etiqueta (donde se menciona número de transecto, el número de hongo y el área a la que pertenece). Los datos de campo se registraron en bitácoras donde se anotó: fecha, área, transecto, número de repetición, el número de la foto del área, las coordenadas geográficas, localidad fecha, colector. Posteriormente los macromicetos colectados se registró el peso fresco y se llevaron al laboratorio para su procesamiento.

Deshidratación de especímenes

En el laboratorio los especímenes colectados se colocaron en un horno a x temperatura para su deshidratación por 24 horas y así poder llevar a cabo cortes finos hechos a navaja a mano para registrar cada una de las características microscópicas a considerar e.g. esporas y basidios necesarias para su identificación por medio de las claves y bibliografía especializada.

Variables edáficas y ambientales

pH

El pH del suelo en las parcelas de muestreo de ambos tipos de vegetación se midió in situ con un peachímetro portátil.

Humedad

La humedad del suelo se obtuvo con el apoyo del instrumento de medición múltiple, con el cuál se pudo extraer datos de cada parcela y tipo de vegetación.

Luminosidad

Para determinar la luminosidad, utilizamos el instrumento de medición múltiple, obteniendo para cada parcela, los datos del % de luminosidad, en los dos tipos de vegetación (BMM y BQP).

Análisis de datos

EL análisis de los datos en relación a las varianzas, fueron realizados en el software IBM SPSS Statics 22. Las gráficas y la base de datos en Excel.

Se evaluaron aspectos de diversidad alfa (α) y beta (β) tanto de vegetación como de macromicetos, utilizando los siguientes índices la diversidad alfa de Margalef y el índice de similitud de Sorensen.

Diversidad alfa con el índice de Margalef.

$$D_{Mg} = \frac{(s-1)}{\ln N}$$

Donde:

S = número de especies presentes

N=número total de individuos encontrados

\ln = log natural de N

Índice Sorensen .

$$I_s = \frac{2c}{a + b}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios

Dendrograma.

Se elaboró un dendrograma con el programa MVSP, para conocer el agrupamiento de los sitios, usando el coeficiente de similitud de Sorensen.

(IVI).

Para evaluar la estructura de los tipos de vegetación, se utilizó el Índice de Valor de Importancia

$$V.I = A_i + D_i + F_i$$

Donde:

A_i = abundancia relativa

D_i = dominancia relativa

F_i = frecuencia relativa

Para conocer la composición se realizará un listado de los macromicetos tomando en cuenta: familia, género y especie.

RESULTADOS

Caracterización de la vegetación



Figura 8. Imagen representativa de dos tipos de vegetación a) Bosque mesófilo de montaña y b) Bosque de Encino

Tanto en BMM y BQP se registraron 28 familias arbóreas, 33 géneros y 45 especies arbóreas con un total de 216 individuos (Tabla 1). Del total, la familia con mayor cantidad de géneros fue *Rubiaceae* con tres géneros, y el género más representado fue *Quercus* con especies y *Miconia* con tres. La especie con mayor número de individuos fue *Critoniadelphus nubigenus* con 30 individuos.

Tabla 1. Distribución de las especies arbóreas en BMM y BQP, registradas en las áreas de estudio

Especies	BMM		BQP		Total general
	Niquivil	Zapata	Alisos	Motozintla	
<i>Alibertia</i> sp.	3				3
<i>Alnus acuminata</i>	5				5
<i>Arbutus xalepensis</i>				1	1
<i>Cedrela odorata</i>		1			1
<i>Clethra aff suaveolens</i>	3				3
<i>Clethra aff chiapensis</i>	1				1
<i>Cleyera theaeoides</i>	9	5			14
<i>Critoniadelphus nubigenus</i>		30			30
<i>Dendropanax arboreum</i>		1			1
<i>Ficus</i> sp.		1			1
<i>Fuchsia paniculata</i>	14				14
<i>Glossostipula concinna</i>		1			1
<i>Hedyosmum mexicanum</i>	1	6			7
<i>Lippia myriocephala</i>			2		2
<i>Luehea candida</i>		1			1
<i>Meliosma grandifolia</i>		5			5
<i>Miconia minutiflora</i>		1			1
<i>Miconia oligocarpa</i>	4	1			5
<i>Miconia</i> sp.		1			1
<i>Nectandra hedyana</i>	9	2			11
<i>Oreopanax echinops</i>			12		12
<i>Oreopanax xalepensis</i>	1				1
<i>Parathesis belizensis</i>	2	1			3
<i>Phyllonoma laticuspis</i>	5	9			14
<i>Pinus ayacahuite</i>	1				1
<i>Pinus maximinoi</i>				4	4
<i>Pinus oocarpa</i>			4		4
<i>Piper amalago</i>		4			4
<i>Prunus aff barbata</i>		1			1
<i>Prunus</i> sp.	6				6

<i>Quercus acutifolia</i>			6	6
<i>Quercus benthamii</i>	5	7		12
<i>Quercus candicans</i>			9	10
<i>Quercus crispipilis</i>			2	2
<i>Quercus rugosa</i>			12	12
<i>Quercus segoviensis</i>			2	2
<i>Quercus skutchii</i>			1	1
<i>Rhamnus capraeifolia</i>	2			2
<i>Rondeletia buddleioides</i>		2		2
<i>Saurauia scabrida</i>		1		1
<i>Styrax argenteus</i>			2	2
<i>Styrax</i> sp.	1			1
<i>Symplocos</i> sp.	1	1		2
<i>Synardisia venosa</i>	1	1		2
<i>Zinowiewia rubra</i>		1		1
Total general	74	84	34	216

Composición de la vegetación arbórea

En el bosque mesófilo de montaña (BMM), se encontraron 26 de las 28 familias descritas en este trabajo. Estas estuvieron distribuidos en 31 géneros, 33 especies, y un total de 158 individuos arbóreos (Figura 9). La familia con más géneros fueron *Rubiaceae* con 3 géneros y las familias *Theaceae*, *Myrsinaceae* y *Araliaceae* con 2 géneros cada uno. A nivel de género la mejor representada es: *Miconia* con 3 especies, *Prunus* y *Clethra* con 2 especies.

En el bosque de encino-pino (BQP), se ubicaron 6 familias, 6 géneros y 12 especies con un total de 58 individuos arbóreos (Figura 9). Todas las familias están representadas de la misma manera, es decir una familia tiene una sola especie. Los géneros más representados son *Quercus rugosa* con 5 y *Pinus* con 2 especies.

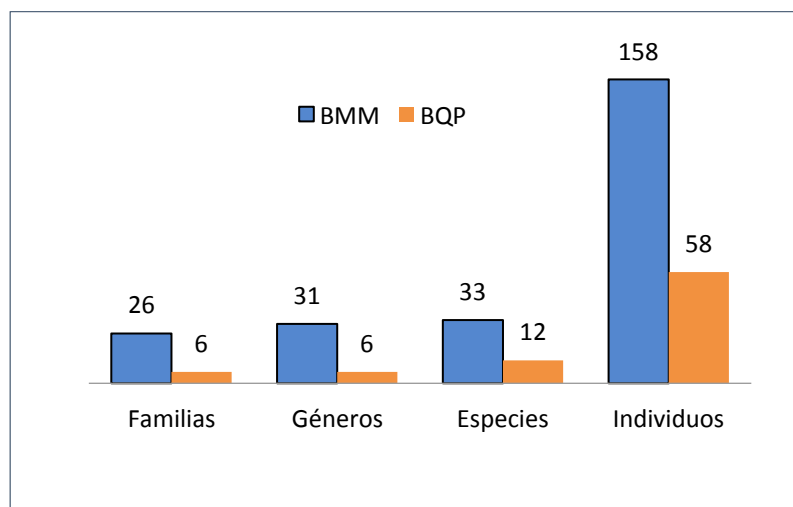


Figura 9. Composición de la vegetación arbórea de los tipos de vegetación

Índice de valor de Importancia de BMM

Las especies con los tres mayores valores son: *Alnus acuminata*, *Quercus benthamii* y *Critoniadelphus nubigenus*. Es importante notar que el IVI, es un valor sumatorio compuesto por los porcentajes de abundancia (No. individuos/ha), dominancia (cobertura de copa o de área basal/ha) y la frecuencia (No. de sitios en donde está presente la especie).

La información de la tabla 2, permite observar que la especie *Alnus acuminata*, es la de mayor valor de importancia, pero se debe a que presenta un alto valor de dominancia relativa (33%). En otras palabras, de la sumatoria total del AB/ha de los árboles, 33% es de esta especie. Esta dominancia está explicada porque *Alnus acuminata* es la especie cuyos individuos tienen mayores dimensiones, los 5 individuos registrados presentaron un promedio de 103 cm., de diámetro a la altura del pecho (DAP), aunque no está presente en todos los sitios, ni tiene muchos individuos por hectárea.

Quercus benthamii es la segunda especie de mayor IVI, y al igual que *A. acuminata*, tiene altos valores relativos de dominancia, aunque menor a la primera; los 12 individuos registrados tuvieron un promedio de 40 cm de DAP. Está presente en ambos sitios de muestreo y es más abundante que la primera

especie. La tercera especie *Critoniadelphus nubigenus*, es la especie que presentó mayor abundancia en BMM (No. individuos/unidad de área), con 18.9% de los individuos registrados.

Tabla 2. Índice de valor de importancia para BMM

No.	Especie	n	abundancia		dominancia		Frecuencia		I.V.I
			Absoluta (n/ha)	relativa	AB (m2/h)	Dr	Fi	Fr	
1	<i>Alnus acuminata</i>	5	62.5	3.16	53.41	33.59	1.00	2.27	39.02
2	<i>Quercus benthamii</i>	12	150	7.59	29.35	18.46	2.00	4.55	30.60
3	<i>Critoniadelphus nubigenus</i>	30	375	18.99	1.38	0.87	1.00	2.27	22.13
4	<i>Cleyera theaeoides</i>	14	175	8.86	7.45	4.68	2.00	4.55	18.09
5	<i>Phyllonoma laticuspis</i>	14	175	8.86	5.84	3.67	2.00	4.55	17.08
6	<i>Fuchsia paniculata</i>	14	175	8.86	8.84	5.56	1.00	2.27	16.69
7	<i>Nectandra hedyana</i>	11	137.5	6.96	5.79	3.64	2.00	4.55	15.15
8	<i>Hedyosmum mexicanum</i>	7	87.5	4.43	3.04	1.91	2.00	4.55	10.89
9	<i>Pinus ayacahuite</i>	1	12.5	0.63	11.09	6.98	1.00	2.27	9.88
10	<i>Miconia oligocarpa</i>	5	62.5	3.16	3.32	2.09	2.00	4.55	9.80
11	<i>Clethra aff suaveolens</i>	3	37.5	1.90	7.77	4.89	1.00	2.27	9.06
12	<i>Meliosma maxima</i>	5	62.5	3.16	1.18	0.74	2.00	4.55	8.45
13	<i>Prunus sp</i>	6	75	3.80	2.87	1.81	1.00	2.27	7.88
14	<i>Parathesis belizensis</i>	3	37.5	1.90	0.80	0.50	2.00	4.55	6.95
15	<i>Symplocos sp</i>	2	25	1.27	1.37	0.86	2.00	4.55	6.67
16	<i>Synardisia venosa</i>	2	25	1.27	0.37	0.23	2.00	4.55	6.04
17	<i>Alibertia sp</i>	3	37.5	1.90	2.34	1.47	1.00	2.27	5.64
18	<i>Ficus sp</i>	1	12.5	0.63	4.14	2.60	1.00	2.27	5.51
19	<i>Prunus aff barbata</i>	1	12.5	0.63	0.49	0.31	2.00	4.55	5.48
20	<i>Styrax sp</i>	1	12.5	0.63	4.02	2.53	1.00	2.27	5.43
21	<i>Piper amalago</i>	4	50	2.53	0.08	0.05	1.00	2.27	4.86
22	<i>Oreopanax xalepensis</i>	1	12.5	0.63	1.62	1.02	1.00	2.27	3.92
23	<i>Rhamnus capraeifolia</i>	2	25	1.27	0.58	0.37	1.00	2.27	3.91
24	<i>Rondeletia buddleioides</i>	2	25	1.27	0.31	0.20	1.00	2.27	3.73
25	<i>Luehea candida</i>	1	12.5	0.63	0.62	0.39	1.00	2.27	3.30
26	<i>Cedrela odorata</i>	1	12.5	0.63	0.33	0.21	1.00	2.27	3.12
27	<i>Glossostipula concinna</i>	1	12.5	0.63	0.18	0.12	1.00	2.27	3.02
28	<i>Saurauia scabrida</i>	1	12.5	0.63	0.14	0.09	1.00	2.27	3.00
29	<i>Clethra aff chiapensis</i>	1	12.5	0.63	0.14	0.09	1.00	2.27	2.99
30	<i>Miconia minutiflora</i>	1	12.5	0.63	0.05	0.03	1.00	2.27	2.94
31	<i>Dendropanax arboreum</i>	1	12.5	0.63	0.03	0.02	1.00	2.27	2.93
32	<i>Zinowiewia rubra</i>	1	12.5	0.63	0.03	0.02	1.00	2.27	2.93
33	<i>Miconia sp</i>	1	12.5	0.63	0.03	0.02	1.00	2.27	2.92
Totales		158	1975	100	159.03	100	44	100	300.00

Índice de valor de importancia de BQP

Para el BQP las especies de mayor importancia son encinos y hasta el 4 lugar se tiene un pino, lo cual le da el nombre a este tipo de vegetación. Los encinos más importantes son: *Quercus candicans*, *Quercus rugosa*, y *Quercus acutifolia*.

En este tipo de vegetación hubo menos especies arbóreas, por lo cual los valores de IVI, fueron más elevados. *Q. candicans* aglutina el 64.9% del IVI, y gran parte de ese valor se debe a que es la especie con más dominancia de este tipo de vegetación. Entre los 10 individuos registrados de esta especie, hubo diámetros de hasta 50 cm., además estuvo presente en todos los sitios muestreados lo cual lo hace muy frecuente y tiene una abundancia relativamente alta. *Q. rugosa* es lo contrario de *Q. Candicans*, no presenta diámetros muy grandes, pero es una especie que tiene más individuos por hectárea.

Tabla 3. Índice de Valor de Importancia para BQP

No.	Especie	n	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		I.V.I
			Absoluta (n/ha)	relativa	AB (m2/h)	Dr	Fi	Fr	
1	<i>Quercus candicans</i>	10	125.00	17.24	0.68	32.32	2.00	15.38	64.94
2	<i>Quercus rugosa</i>	12	150.00	20.69	0.30	14.32	1.00	7.69	42.71
3	<i>Quercus acutifolia</i>	6	75.00	10.34	0.33	15.66	1.00	7.69	33.70
4	<i>Pinus oocarpa</i>	4	50.00	6.90	0.36	17.00	1.00	7.69	31.59
5	<i>Oreopanax echinops</i>	12	150.00	20.69	0.04	1.95	1.00	7.69	30.33
6	<i>Quercus segoviensis</i>	2	25.00	3.45	0.14	6.76	1.00	7.69	17.90
7	<i>Quercus crispipilis</i>	2	25.00	3.45	0.14	6.46	1.00	7.69	17.60
8	<i>Pinus maximinoi</i>	4	50.00	6.90	0.05	2.50	1.00	7.69	17.09
9	<i>Lippia myrioccephala</i>	2	25.00	3.45	0.02	0.79	1.00	7.69	11.93
10	<i>Styrax argenteus</i>	2	25.00	3.45	0.01	0.48	1.00	7.69	11.62
11	<i>Quercus skutchii</i>	1	12.50	1.72	0.02	1.02	1.00	7.69	10.44
12	<i>Arbutus xalapensis</i>	1	12.50	1.72	0.02	0.73	1.00	7.69	10.15
Totales		58	725	100	2.10	100	13	100	300

Similitud de vegetación

El análisis de la similitud de especies con el índice de Sorensen, muestra que los dos tipos de vegetación estudiados no presentan similitud con respecto a la composición arbórea a nivel de especies. Mientras que en el bosque de encino-pino, las familias *Fagaceae* y *Pinaceae* agrupan al 70% de los individuos registrados, estas familias solo agrupan al 8% de los individuos en el bosque mesófilo de montaña. De las 33 especies arbóreas registradas en el BMM y de las 12 en el BQP, se registró un 0% de similitud (Tabla 1).



Figura 10. Bosque Mesófilo de Montaña: hojas y frutos de especies representativas. a) *Hedyosmum mexicanum* b) *Meliosma máxima* c) *Fuchsia paniculata* d) *Critoniadelphus nubigenus* e) *Miconia oligocarpa* f) *Phyllonoma latiscuspis*



Figura 11. Bosque Quercus-Pino: hojas y frutos de algunas especies representativas. a) *Pinus oocarpa* b) *Quercus candicans* c) *Quercus segoviensis* d) *Quercus acutifolia* e) *Styrax argenteus* f) *Lippia myriocephala*

Diversidad de macromicetos

Los resultados acerca de la diversidad de los macromicetos se obtuvieron de las colectas realizadas en los años 2017 y 2018 en los cuatro sitios de colecta i.e. El ejido Niquivil y Barrio Emiliano Zapata para bosque mesófilo de montaña, Barrio Alisos y ejido Motozintla, para bosque de encino-pino. Se registraron 36 familias, 79 géneros y 158 especies con un total de 339 especímenes de macromicetos distribuidos en ambos tipos de vegetación (ver Tabla 4). En el

bosque mesófilo de montaña se registraron 32 familias, 62 géneros y 127 especies. Los géneros con más especímenes fueron: *Lactarius* sp. (1) y *Scleroderma* sp. (2) ambos con 22 especímenes y *Russula brevipes* con 17 especímenes. Se registró un mayor número de individuos en el bosque mesófilo de montaña con 292 especímenes. Para el tipo de vegetación encino-pino, se registraron 22 familias, con 31 géneros y 36 especies, y en este bosque sólo se registraron 46 especímenes.

En cuanto al **hábito de crecimiento** se registraron 110 especies saprobias (S), 44 micorrícicas (M), 3 patógenas (P) y 1 parásita (Par). Con respecto al **uso** que se le atribuye a los macromicetos se encontraron: 97 especies no comestibles (cabe mencionar que algunas de ellas pudieran ser comestibles pero debido a su tamaño pequeño y poca producción se ubican como no comestibles), 53 tóxicas, 5 medicinales y tres especies comestibles (C).

Tabla 4. Distribución de macromicetos en ambos tipos de vegetación (BMM 127 spp. y BQP 36 spp.), su hábito de crecimiento saprobio (S= 110), micorrícicas (M= 44), patógenos (P= 3) y parásita (Par= 1) y su comestibilidad (uso): especies no comestibles (NC= 97), tóxicas (T= 53), medicinales (M= 5) y tres comestibles (C= 3). En las columnas de tipos de vegetación se reporta el número de especímenes.

FAMILIA	ESPECIE	AUTOR	HÁBITO	USO	BMM	BQP
Leotiomycetes	<i>Leotia lubrica</i>	(Scop.) Pers.	M	T	4	
Helvellaceae	<i>Helvella lacunosa</i>	Afzel.	S	T	2	
	<i>Helvella macropus</i>	(Pers.) P. Karst.	S	T	4	
	<i>Helvella</i> sp.		S	NC		1
Sarcoscyphaceae	<i>Ascomycete</i> sp. 1		S	NC	2	
	<i>Cookeina</i> sp.		S	NC		1
Agaricaceae	<i>Agaricus</i> sp. 1		S	NC	1	1
	<i>Agaricus</i> sp. 2		S	NC	2	
	<i>Coprinus</i> sp.		S	NC	2	
	<i>Leucoagaricus</i> sp.		M	NC	1	

	<i>Leucocoprinus</i> sp.		M	NC	1	
	<i>Lycoperdon perlatum</i>	<i>Pers.</i>	S	M	2	
	<i>Lycoperdon piriforme</i>	<i>Schaeff.</i>	S	M	1	
	<i>Vascellum</i> sp.		S	NC	1	
Amanitaceae	<i>Amanita fulva</i>		M	T	1	
	<i>Amanita conara</i>	<i>Tulloss & Halling</i>	M	T	2	
	<i>Amanita gemmata</i>	<i>(Fr.) Bertill.</i>	M	T	1	
	<i>Amanita afin fulva</i>		M	T	1	
	<i>Amanita afin jacksonii</i>		M	T	1	
	<i>Amanita muscaria</i> <i>var. flavivolvata</i>		M	T	1	
	<i>Amanita pantherina</i>	<i>(DC.) Krombh</i>	M	T	1	
	<i>Amanita</i> sp. 2		M	T	1	
	<i>Limacella illinita</i>	<i>(Fr.) Maire</i>	S	NC	1	
Clavariaceae	<i>Clavulinopsis</i> sp.		S	NC		1
Cortinariaceae	<i>Cortinarius</i> sp. 1		M	T	1	
	<i>Cortinarius</i> sp. 2		M	T	2	
	<i>Cortinarius</i> sp. 3		M	T	1	
	<i>Cortinarius</i> sp. 4		M	T	1	
Entolomataceae	<i>Entoloma</i> sp. 2		S	T		1
	<i>Entoloma</i> sp.		S	T	1	1
	<i>Entoloma</i> sp. 1		S	T	1	
	<i>Leptonia</i> sp. 1		S	NC	1	
	<i>Leptonia</i> sp. 2		S	NC	3	

	<i>Leptonia</i> sp. 3		S	NC	1	
Hydnangiaceae	<i>Laccaria amethystina</i>	Cooke	M	NC	1	
	<i>Laccaria</i> sp. 1		M	NC	1	
	<i>Laccaria</i> sp. 2		M	NC	1	
Hygrophoraceae	<i>Ampulloclitocybe clavipes</i>	(Pers.) Redhead	S	T	1	
	<i>Hygrocybe coccinea</i>	(Schaeff.) P. Kumm.	S	T	2	
	<i>Hygrocybe punicea</i>	(Fr.) P. Kumm.	S	C	4	
	<i>Hygrocybe</i> sp.		S	T	2	
	<i>Hygrocybe</i> sp. 2		S	T	1	
	<i>Hygrophorus</i> sp. 1		S	NC	2	
Inocybaceae	<i>Crepidotus</i> sp.		S	T	2	
	<i>Inocybe afin</i>	(Bull.) P. Kumm.	M	T	3	
	<i>Inocybe calamistrata</i>	(Fr.) Gillet	M	T	2	
	<i>Inocybe</i> sp. 1		M	T	3	
	<i>Inocybe</i> sp. 2		M	T	2	
	<i>Inocybe</i> sp. 3		M	T	3	
	<i>Inocybe</i> sp. 4		M	T	1	
	<i>Inocybe</i> sp. 5		M	T	1	
	<i>Inocybe</i> sp. 6		M	T	1	
Marasmiaceae	<i>Campanella</i> sp.		S	NC	4	
	<i>Gerronema</i> sp. 1		S	NC	3	
	<i>Hydropus</i> sp. 1		S	T	1	
	<i>Hydropus</i> sp. 2		S	T		2

	<i>Marasmius afin androsaceus</i>	(L.) p.	S	NC	2	
	<i>Marasmius radiatus</i>	Desjardin	S	NC	2	
	<i>Marasmius rotula</i>	(Scop.) P.	S	NC	1	
	<i>Marasmius</i> sp. 1		S	NC	1	
	<i>Marasmius</i> sp. 2		S	NC	1	
	<i>Marasmius</i> sp. 3		S	NC	3	
	<i>Tetrapyrgos</i> sp.		S	NC	1	
	<i>Trogia cantharelloides</i>	(Mont.) Pat.	S	T	1	
	<i>Trogia</i> sp.		S	T		1
Mycenaceae	<i>Panellus pusillus</i>	(Pers. Ex Lév.)	S	NC	3	
	<i>Favolaschia</i> sp.		S	NC	1	
	<i>Mycena epipterygia</i>	(Scop.) Gray	S	NC	6	
	<i>Mycena pura</i>		S	T	4	
	<i>Mycena</i> sp. 1		S	NC	2	
	<i>Mycena</i> sp. 10		S	NC		1
	<i>Mycena</i> sp. 11		S	NC	1	
	<i>Mycena</i> sp. 12		S	NC	1	
	<i>Mycena</i> sp. 13		S	NC	1	
	<i>Mycena</i> sp. 14		S	NC	1	
	<i>Mycena</i> sp. 15		S	NC	2	
	<i>Mycena</i> sp. 16		S	NC	1	
	<i>Mycena</i> sp. 17		S	NC	1	
	<i>Mycena</i> sp. 2		S	NC	1	
	<i>Mycena</i> sp. 3		S	NC	1	

	<i>Mycena</i> sp. 4		S	NC	3	
	<i>Mycena</i> sp. 5		S	NC	1	
	<i>Mycena</i> sp. 6		S	NC	1	
	<i>Mycena</i> sp. 7		S	NC	2	
	<i>Mycena</i> sp. 8		S	NC	1	
	<i>Mycena</i> sp. 9		S	NC	1	
	<i>Mycena vinacea</i>	<i>Cleland</i>	S	T	1	
	<i>Xeromphalina</i> sp. 1		S	T	1	
Omphalotaceae	<i>Gymnopus dryophilus</i>	(Bull.) Murrill	S	NC	1	
	<i>Gymnopus fusipes</i>	(Bull.) Gray	S	T		1
	<i>Gymnopus maculata</i>		S	NC	7	
	<i>Gymnopus</i> sp. 1		S	T	12	
	<i>Gymnopus</i> sp. 2		S	T	1	
	<i>Gymnopus</i> sp. 3		S	T		1
	<i>Gymnopus</i> sp. 4		S	T	2	
	<i>Gymnopus</i> sp. 5		S	T		1
	<i>Marasmiellus</i> sp.		S	NC	1	
Ophiocordycipitaceae	<i>Tolypocladium capitatum</i>	(Holmsk.) CA Quandt, Kepler y Spatafora	P	NC	8	
	<i>Ophiocordyceps capitata</i>		S	T	2	
Cordycipitaceae	<i>Cordyceps</i> sp.		P	M	1	
Physalacriaceae	<i>Cyptotrampa asprata</i>	(Berk.) Redhead & Ginns	S	T		1
	<i>Oudemansiella</i> sp.		S	NC	1	
Pluteaceae	<i>Chameota</i> sp.		S	NC	1	

	<i>Pluteus</i> sp.		S	NC		1
Psathyrellaceae	<i>Coprinopsis</i> sp.		S	NC	4	
	<i>Coprinopsis</i> sp. 2		S	NC	1	
	<i>Psathyrella echinata</i>		S	NC	3	
	<i>Psathyrella</i> sp. 1		S	NC		1
	<i>Psathyrella</i> sp. 2		S	NC	2	
Hymenogastraceae	<i>Gymnopilus</i> sp.		S	T	2	
	<i>Hypholoma capnoides</i>	(Fr.) P. Kumm.	S	T	5	
	<i>Hypholoma</i> sp.		S	T	1	
	<i>Panaeolus semiovatus</i>	(Sowerby) S. Lundell & Nannf.	S	NC	1	
	<i>Psilocybe</i> sp.		S	NC	1	
Tricholomentaceae	<i>Collybia</i> sp.		S	NC		1
	<i>Omphalina</i> sp.		S	NC	1	
	<i>Tricholomopsis</i> sp.		S	T	3	
Pyronemataceae	<i>Humaria hemisphaerica</i>	(FH Wigg.) Fuckel	M	NC		2
	<i>Otidea</i> sp.		S	T	1	
	<i>Scutellinia setosissima</i>	Le Gal	S	NC	3	
	<i>Wilcoxina</i> sp.		M	NC		1
Arcyriaceae	<i>Arcyria denudata</i>	(L.) Wettst.	S	NC	1	1
Boletaceae	<i>Phylloporus rhodoxanthus</i>	(Schwein.) Bres.	M	NC	1	
	<i>Strobilomyces strobilaceus</i>	(Scop.) Berk.	M	C		1
	<i>Tylopilus felleus</i> afin		M	T	1	
Sclerodermataceae	<i>Scleroderma</i>	Ehrenb.	M	M		1

	<i>areolatum</i>					
	<i>Scleroderma</i> sp. 1		M	NC	1	
	<i>Scleroderma</i> sp. 2		M	NC	22	
Geastraceae	<i>Geastrum saccatum</i>	<i>P.</i>	S	NC	2	
Hymenochaetaceae	<i>Inonotus</i> sp.		Par	NC		1
	<i>Phellinus</i> sp.		S	NC		1
Hypoxylaceae	<i>Hypoxylon</i> sp.		S	NC	1	1
	<i>Annulohypoxylon thouarsianum</i> 1		S	NC		9
	<i>Annulohypoxylon afin thouarsianum</i> 2		S	NC	2	
Fomitopsidaceae	<i>Postia azurea</i>		S	NC	1	
Ganodermataceae	<i>Amauroderma</i> sp.		S	NC		1
Meruliaceae	<i>Irpex lacteus</i>	<i>(Fr.) Fr.</i>	S	NC	1	
	<i>Lamelloporus americanus</i>	<i>Ryvarden</i>	S	NC	1	
Polyporaceae	<i>Trametes versicolor</i>	<i>(L.) Lloyd</i>	S	M	1	
	<i>Fomes fasciatus</i>	<i>(Sw.) Cooke</i>	P	NC	1	
	<i>Lentinus arcularius</i>	<i>(Batsch) Zmitr.</i>	M	T	1	
	<i>Lentinus tricholoma</i>	<i>(Mont.) Zmitr.</i>	S	NC		1
	<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	<i>(Jacq.) P. Karst.</i>	S	NC		1
	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	<i>(L.) Murrill</i>	S	NC		1
	<i>Truncospora</i> sp.		S	NC		1
Auriscalpiaceae	<i>Auriscalpium</i> sp.		S	NC		1
	<i>Artomyces pyxidatus</i>	<i>(Pers.) Jülich</i>	S	NC	4	

Russulaceae	<i>Lactarius</i> sp. 1		M	NC	22	
	<i>Lactarius</i> sp. 2		M	NC		1
	<i>Lactarius</i> sp. 3		M	NC		1
	<i>Russula brevipes</i>		M	C	16	1
	<i>Russula</i> sp. 4		M	NC	1	
	<i>Russula</i> sp. 5		M	NC	5	
	<i>Russula</i> sp. 1		M	NC	4	
	<i>Russula</i> sp. 2		M	NC	1	
	<i>Russula</i> sp. 3		M	NC		1
Bankeraceae	<i>Sarcodon</i> sp.		S	NC	2	
Xylariaceae	<i>Xylaria</i> sp.		S	NC		1
					292	46

Distribución de especies de macromicetos en el bosque de *Quercus-Pinus* municipio de Motozintla del estado de Chiapas

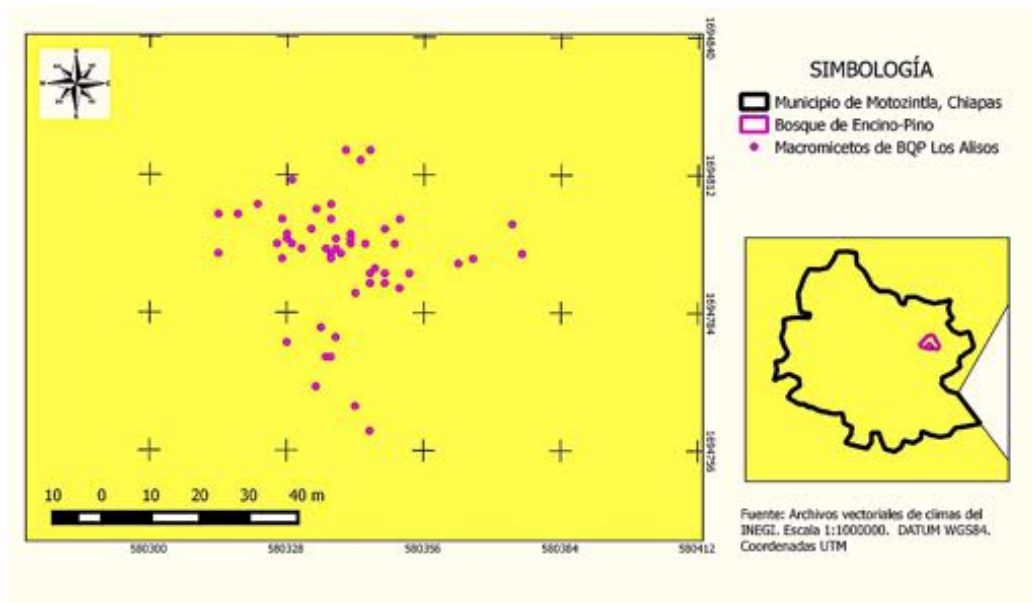


Figura 12. Distribucion de 26 especies de macromicetos en el bosque de *Quercus Pinus* en el ejido Los Alisos

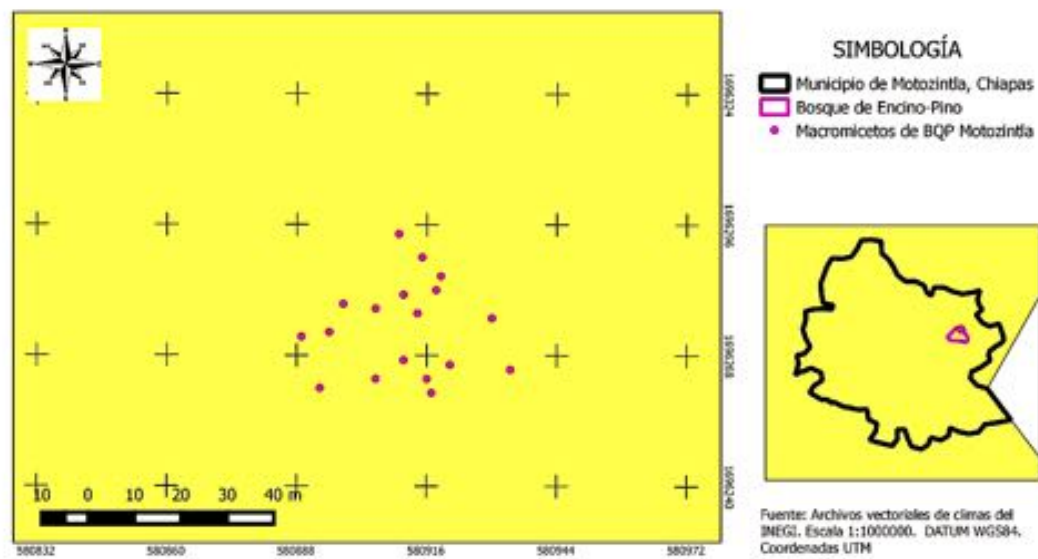


Figura 13. Distribución de 12 especies de macromicetos en el bosque de *Quercus Pinus* en el ejido Motozintla

Distribución de especies de macromicetos en el bosque Mesófilo de Montaña del municipio de Motozintla del estado de Chiapas.

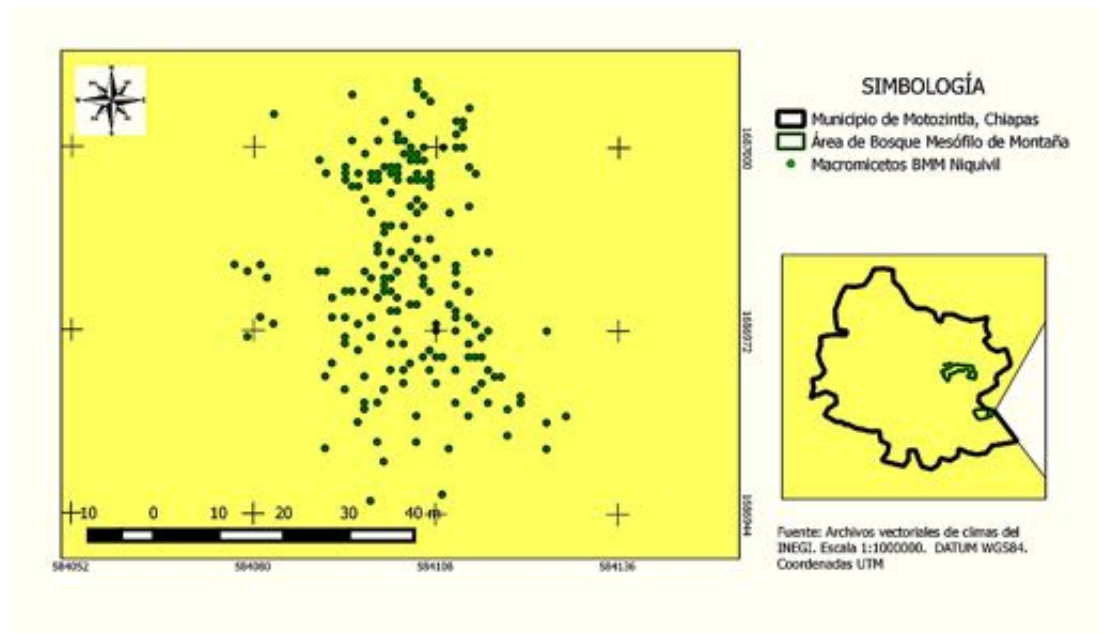


Figura 14. Distribución de 101 especies de macromicetos en el bosque Mesófilo de Montaña en el ejido Niquivil

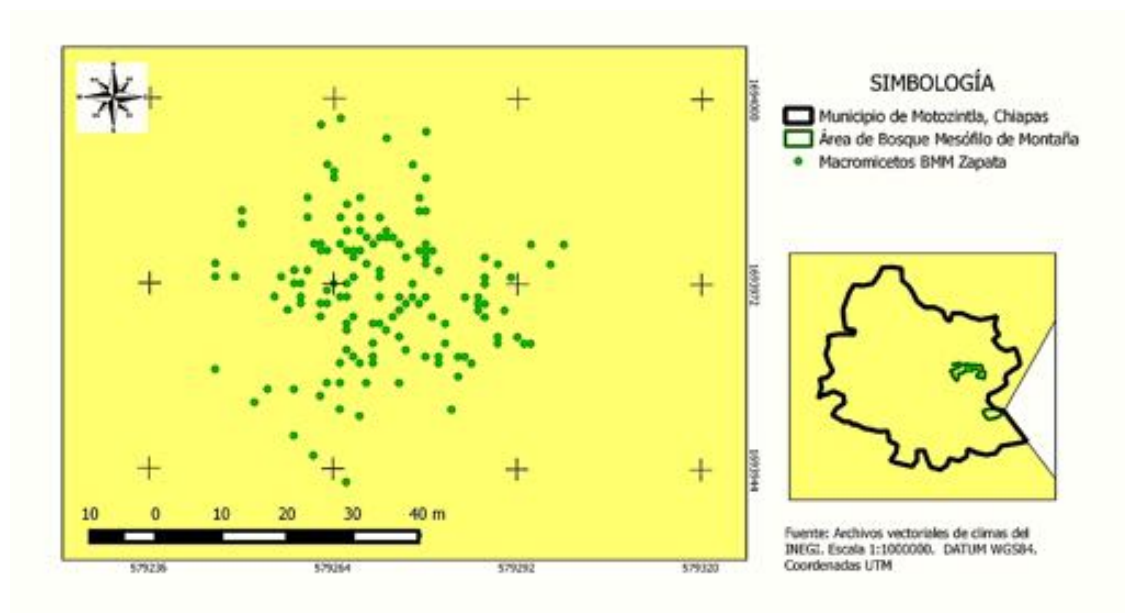


Figura 15. Distribución de 40 especies de macromicetos en el bosque de Mesófilo de Montaña en el ejido Zapata



Leotia lubrica



Helvella lacunosa



Helvella macropus



Helvella sp.



Ascomycete sp.1



Cookeia sp.

Lamina 1. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Agaricus sp. 1



Agaricus sp. 2



Coprinus sp.



Leucoagaricus sp.



Leucocoprinus sp.



Lycoperdon perlatum

Lamina 2. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla, Chiapas



Lycoperdon piriforme



Vascellum sp.



Amanita afin fulva



Amanita conara



Amanita gemmata



Amanita afin fulva

Lamina 3. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Amanita afin jacksonii



Amanita muscaria var. *flavivolata*



Amanita pantherina



Amanita sp.



Cortinarius sp. 1



Cortinarius sp. 2

Lamina 4. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Cortinarius sp. 3



Cortinarius sp 4



Entoloma sp.



Entoloma sp. 1



Entoloma sp. 2



Leptonia sp. 1

Lamina 5. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Leptonia sp. 2



Laccaria amethystina



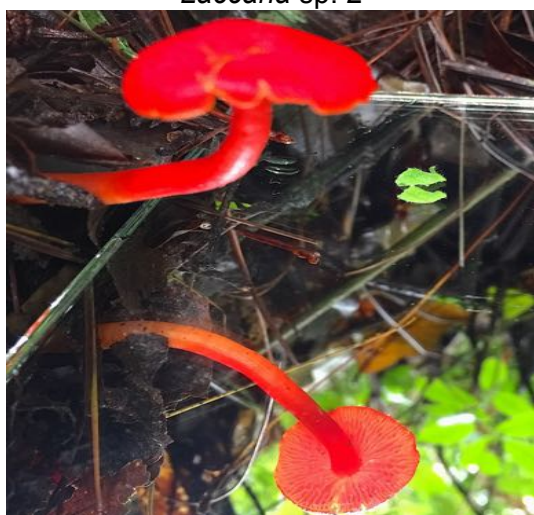
Leptonia sp. 1



Laccaria sp. 2

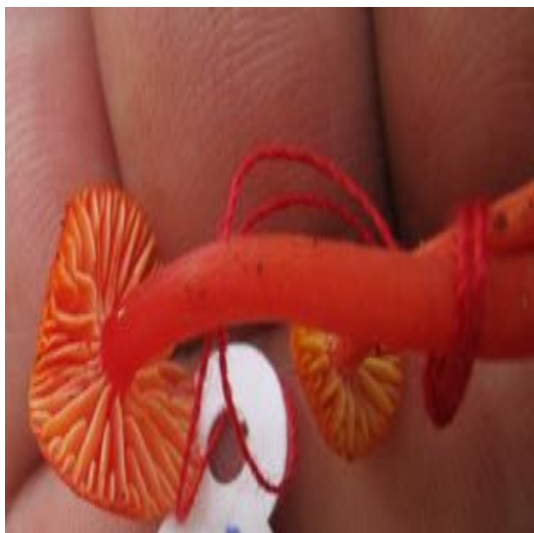


Ampulloclitocybe clavipes



Hygrocybe sp.

Lamina 6. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Hygrocybe sp.



Hygrocybe sp. 2



Hygrophorus sp.1



Crepidotus sp.



Inocybe afin *geophylla*



Inocybe *calamistrata*

Lamina 7. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Inocybe sp.1



Inocybe sp. 2



Inocybe sp. 3



Campanella sp.



Gerronema sp.1



Hydropus sp. 1

Lamina 8. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



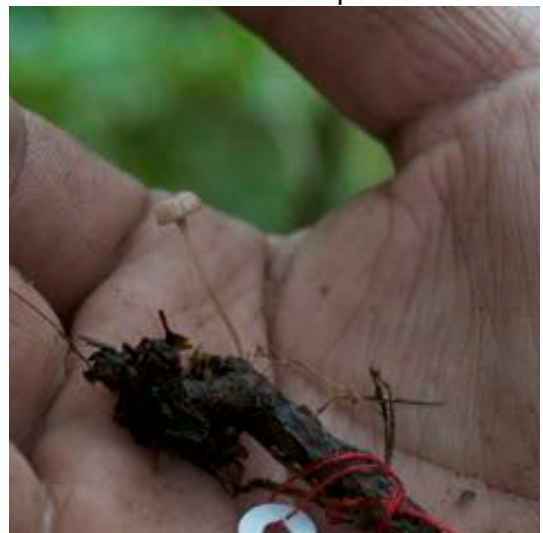
Marasmius radiatus



Marasmius sp. 1



Marasmius sp. 2



Marasmius sp. 3



Tetrapygos sp.



Trogia cantharelloides

Lamina 9. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Panellus pusillus



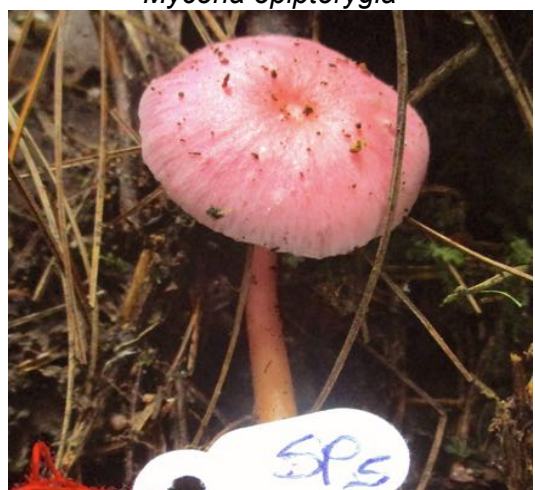
Favolaschia sp.



Mycena epipterygia



Mycena pura



Mycena sp. 1

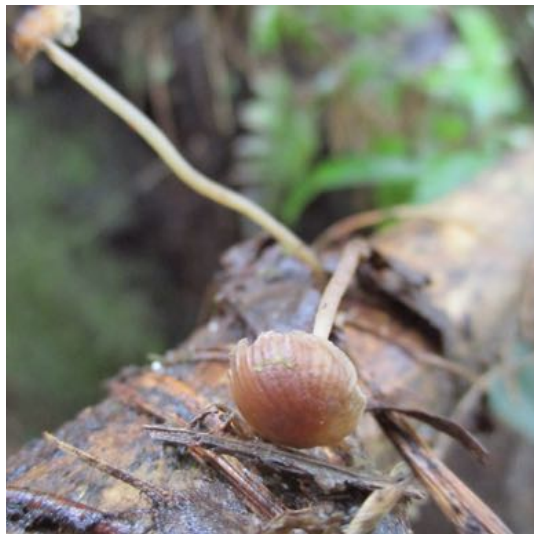


Mycena sp. 2

Lamina 10. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Mycena sp. 3



Mycena sp. 4



Mycena sp. 5



Mycena sp. 6



Mycena sp. 7



Mycena sp. 8

Lamina 11. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



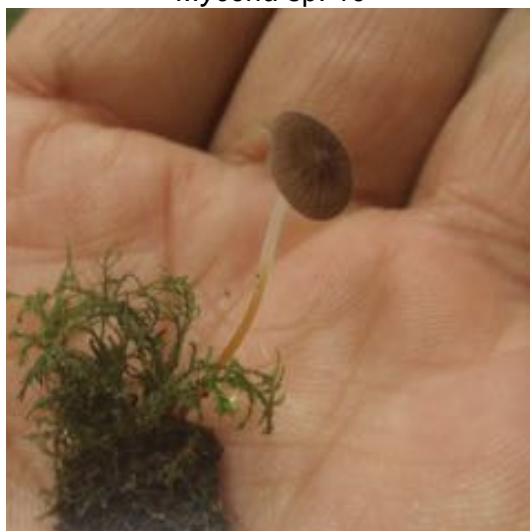
Mycena sp. 9



Mycena sp. 10



Mycena sp. 11



Mycena sp. 12



Mycena sp. 13



Mycena sp. 14

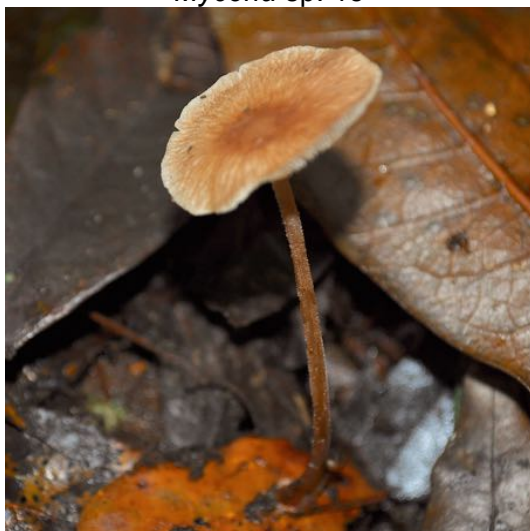
Lamina 12.Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Mycena sp. 15



Mycena vinacea



Xeromphalina sp. 1



Gymnopus fusipes



Gymnopus maculata



Gymnopus sp. 1

Lamina 13. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Gymnopus sp. 2



Gymnopus sp. 3



Gymnopus sp. 4



Gymnopus sp. 5



Marasmiellus sp.



Tolypocladium capitatum

Lamina 14. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Cordyceps sp.



Hypoxylon sp.



Oudemansiella sp.



Coprinopsis sp.



Coprinopsis sp. 2



Psathyrella echinata

Lamina 15. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Psathyrella sp.1



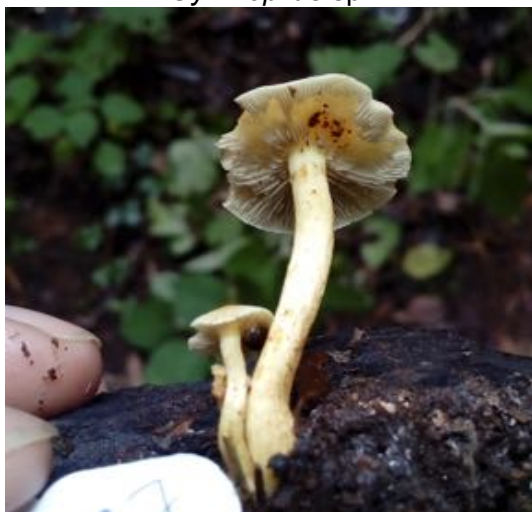
Psathyrella sp.2



Gymnopilus sp.



Hypholoma capnoides



Hypholoma sp.



Otidea sp.

Lamina 16. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Wilcoxina sp.



Phylloporus rhodoxanthus



Strobilomyces strobilaceus



Scleroderma areolatum



Geastrum saccatum



Inonotus sp.

Lamina 17. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Phellinus sp



Hypoxylon sp.



Annulohypoxylon thouarsianum 1



Annulohypoxylon afin thouarsianum. 2



Postia azurea

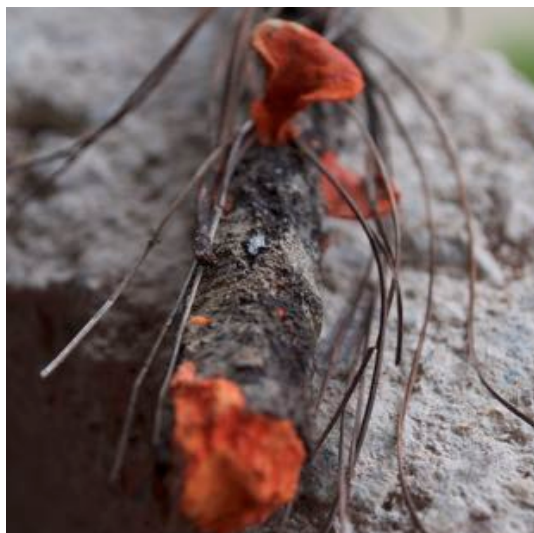


Trametes versicolor

Lamina 18. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Lentinus tricholoma



Pycnoporus cinnabarinus



Pycnoporus sanguineus



Lactarius sp. 1



Russula brevipes



Russula sp.1

Lamina 19. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.



Russula sp 2



Sarcodon sp.



Xylaria sp.



Fomes fasciatus



Truncospora sp.



Auriscalpium sp.

Lamina 20. Macromicetos en bosque Mesófilo de Montaña y *Quercus Pinus* en Motozintla.

En los sitios de muestreo con bosque mesófilo de montaña y bosque encino-pino, se localizaron 78 géneros (Tabla 5). Los géneros más abundantes fueron: *Mycena* con 20 especies y 33 especímenes (e.g *Mycena epipetigia*, *Mycena pura*, *Mycena vinacea*, *Mycena sp1.*), *Amanita afin fulva*, *Amanita conara*, *Amanita gemmata*, *Amanita afin jacksonii*, *Amanita muscaria* var. *flavovolvata*, *Amanita pantherina* y *Amanita sp. 2*).

Tabla 5. Distribución de géneros de macromicetos correspondientes a BMM y BQP

Género	BMM	BQP	TOTAL
<i>Leotia</i>	1		1
<i>Helvella</i>	2	1	3
<i>Ascomycete</i>	1		1
<i>Cookeina</i>		1	1
<i>Agaricus</i>	2	1	2
<i>Coprinus</i>	1		1
<i>Leucoagaricus</i>	1		1
<i>Leucocoprinus</i>	1		1
<i>Lycoperdon</i>	2		2
<i>Vascellum</i>	1		1
<i>Amanita</i>	8		8
<i>Limacella</i>	1		1
<i>Clavulinopsis</i>	1		1
<i>Cortinarius</i>	4		4
<i>Entoloma</i>	2	1	3
<i>Leptonia</i>	3		3
<i>Laccaria</i>	3		3
<i>Ampulloclitocybe</i>	1		1
<i>Hygrocybe</i>	5		5
<i>Crepidotus</i>	1		1
<i>Inocybe</i>	8		8
<i>Campanella</i>	1		1
<i>Gerronema</i>	1		1
<i>Hydropus</i>	1	1	2
<i>Marasmius</i>	6		6
<i>Tetrapyrgos</i>	1		1
<i>Trogia</i>	1	1	2
<i>Panellus</i>	1		1
<i>Favolaschia</i>	1		1
<i>Mycena</i>	20	1	20
<i>Xeromphalina</i>	1		1
<i>Gymnopus</i>	5	3	8
<i>Marasmiellus</i>	1		1
<i>Tolypocladium</i>	1		1
<i>Ophiocordyceps</i>	1		1
<i>Cordyceps</i>	1		1
<i>Cyptotrama</i>		1	1
<i>Oudemansiella</i>	1		1
<i>Chameota</i>	1		1
<i>Pluteus</i>		1	1
<i>Coprinopsis</i>	2		2
<i>Psathyrella</i>	2	1	3
<i>Gymnopilus</i>	1		1
<i>Hypholoma</i>	2		2
<i>Panaeolus</i>	1		1
<i>Psilocybe</i>	1		1
<i>Collybia</i>		1	1
<i>Omphalina</i>	1		1
<i>Tricholomopsis</i>	1		1
<i>Humaria</i>		1	1
<i>Otidea</i>	1		1
<i>Scutellinia</i>	1		1
<i>Wilcoxina</i>		1	1
<i>Arcyria</i>	1		1
<i>Phylloporus</i>	1		1
<i>Strobilomyces</i>		1	1
<i>Tylopilus</i>	1		1
<i>Scleroderma</i>	2	1	3
<i>Geastrum</i>	1		1
<i>Inonotus</i>		1	1
<i>Phellinus</i>		1	1
<i>Hypoxylon</i>	1	1	1
<i>Annulohypoxylon</i>	1	1	2
<i>Postia</i>	1		1
<i>Amauroderma</i>		1	1
<i>Irpex</i>	1		1
<i>Lamelloporus</i>	1		1
<i>Trametes</i>	1		1
<i>Fomes</i>	1		1
<i>Lentinus</i>	1	1	2
<i>Pycnoporus</i>		2	2
<i>Truncospora</i>		1	1
<i>Auriscalpium</i>		1	1
<i>Artomyces</i>	1		1
<i>Lactarius</i>	1	2	3
<i>Russula</i>	5	2	6
<i>Sarcodon</i>	1		1
<i>Xylaria</i>		1	1

Uso de los macromicetos

Con relación al valor del uso que se le da a los macromicetos, se ha encontrado en ambos tipos de vegetación (BMM y BQP) 3 especies comestibles con potencial económico (e.g. *Russula brevipes*, *Strobilomyces floccopus*, *Hygrocybe punicea*) se encontraron 5 especies con fines medicinales (e.g. *Trametes versicolor*, *Lycoperdon perlatum*, *Scleroderma areolatum*, sus esporas se utilizan como anticoagulante (Datos proporcionado por los habitantes de la localidad), 97 especies que no son comestibles o sólo se consumen en etapa joven o son muy pequeñas y 53 en categoría de tóxicos, donde encontramos el género de las *Amanitas* (Figura 16).

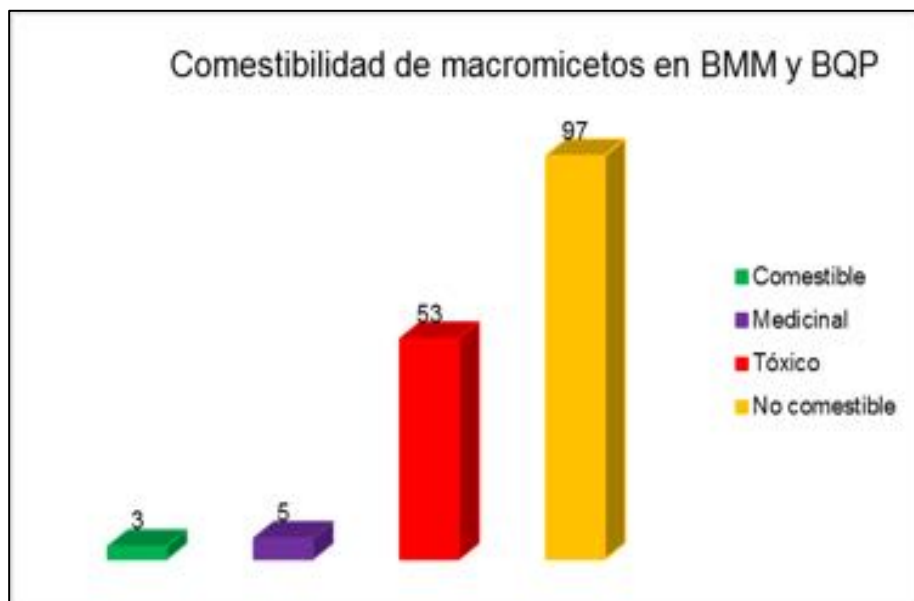


Figura 16. Comestibilidad de macromicetos en BMM y BQP: no comestibles (97), tóxicas (53), medicinales (5) y comestibles (3)

Hábito de crecimiento de los macromicetos

En los dos tipos de vegetación estudiados se encontraron 44 especies micorrícicas, 110 especies saprobias las cuales estaban creciendo en ramas de árboles muertos o en pie. Se registraron tres especies patógenas y una especie parásita (Figura17).

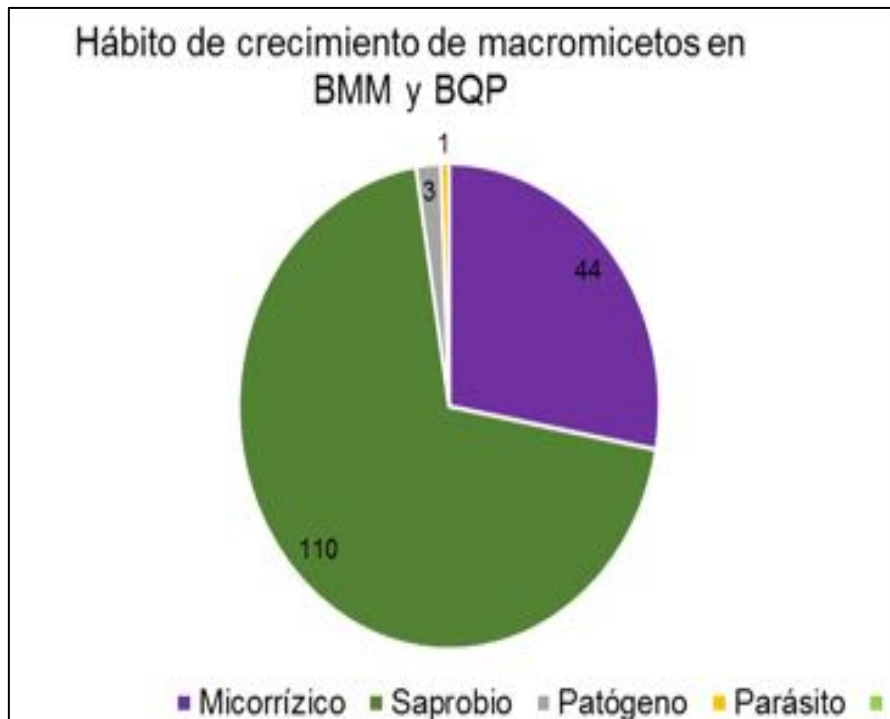


Figura 17. Hábito de crecimiento de macromicetos en BMM y BQP: saprobio (110), micorrícicas (44), patógenos (P) y parásita (1)

Macromicetos en bosque mesófilo de montaña

Los registros para este tipo de vegetación pertenecientes a los ejidos Niquivil y barrio Emiliano Zapata, es de 293 especímenes distribuidos en 32 familias en las dos parcelas de muestreo. Las familias con mayor número de especímenes fueron: *Russulaceae* con 49, *Mycenaceae* 37, *Crepidotaceae* con 18 y *Marasmiaceae* con 21.

Las familias con mayor número de géneros son: *Agaricaceae* con 6 (*Agaricus*, *Coprinus*, *Leucoagaricus*, *Leucocoprinus*, *Lycoperdon*, *Vascellum*), *Marasmiaceae* con 5 (*Campanella*, *Gerronema*, *Hydropus*, *Marasmius*, y *Trogia*), *Polyporaceae* con 5 (*Trametes*, *Fomes*, *Lentinus*, *Pycnoporus* y *Truncospora*), *Mycenaceae* con 4 (*Pallenus*, *Favolaschia*, *Mycena* y *Xeromphalina*), *Pyronemataceae* con 4 (*Humaria*, *Otidea*, *Scutellinia*, *Wilcoxina* (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución del número de familias en los ejidos Niquivil y Zapata de BMM

FAMILIA	NIQUIVIL	ZAPATA	TOTAL
<i>Leotiomyces</i>	1		1
<i>Helvellaceae</i>	1	1	1
<i>Sarcoscyphaceae</i>	1		1
<i>Agaricaceae</i>	3	4	6
<i>Amanitaceae</i>	1	1	2
<i>Cortinariaceae</i>	1		1
<i>Entolomataceae</i>	2	1	2
<i>Hydnangiaceae</i>	1		1
<i>Hygrophoraceae</i>	3		3
<i>Inocybaceae</i>	1	2	2
<i>Marasmiaceae</i>	6	3	6
<i>Mycenaceae</i>	3	2	4
<i>Omphalotaceae</i>	2		2
<i>Ophiocordycipitaceae</i>	2		2
<i>Cordycipitaceae</i>	1		1
<i>Physalacriaceae</i>	1		1
<i>Pluteaceae</i>		1	1
<i>Psathyrellaceae</i>	2	1	2
<i>Hymenogastraceae</i>	4		4
<i>Tricholomentaceae</i>	1	1	2
<i>Pyronemataceae</i>	1	1	2
<i>Arcyriaceae</i>	1	1	1
<i>Boletaceae</i>	2		2
<i>Sclerodermataceae</i>		1	1
<i>Geastraceae</i>	1		1
<i>Hypoxylaceae</i>	1	1	2
<i>Fomitopsidaceae</i>	1		1
<i>Meruliaceae</i>		2	2
<i>Polyporaceae</i>	2	1	3
<i>Auriscalpiaceae</i>		1	1
<i>Russulaceae</i>	2	1	2
<i>Bankeraceae</i>		1	1

En las parcelas de Niquivil y Zapata se encontraron 62 géneros para estos sitios de muestreo y sobresaliendo los géneros: *Mycena* con 20 especies (e.g. *Mycena epipetigia*, *Mycena pura*, *Mycena vinacea*), *Amanita* con 8 especies (*Amanita afin fulva*, *Amanita conara*, *Amanita gemmata*, *Amanita afin jacksonii*, *Amanita muscaria* var. *flavovolvata*, *Amanita pantherina*, *Amanita* sp. 2.), *Inocybe* con 8 (*Inocybegeophylla*, *Inocybe calamistrata*, *Inocybe* sp. 1, *Inocybe* sp. 2, *Inocybe* sp. 3, *Inocybe* sp. 4, *Inocybe* sp. 5 e *Inocybe* sp. 6), *Marasmius*

con 6 (*Marasmius androsaceus*, *Marasmius radiatus*, *Marasmius rotula*, *Marasmius* sp. 1, *Marasmius* sp. 2 y *Marasmius* sp. 3) y las *Russulas* con 5 especies (*Russula brevipes*, *Russula* sp. 4, *Russula* sp. 5, *Russula* sp. 1 y *Russula* sp. 2) (Tabla 7).

Tabla 7. Géneros de macromicetos encontrados en los ejidos pertenecientes a BMM (Niquivil y Zapata)

GÉNERO	NIQUIVIL	ZAPATA	TOTAL
<i>Leotia</i>	1		1
<i>Helvella</i>	2	2	2
<i>Ascomycete</i>	1		1
<i>Agaricus</i>		1	2
<i>Coprinus</i>		1	1
<i>Leucoagaricus</i>	1		1
<i>Leucocoprinus</i>	1		1
<i>Lycoperdon</i>		2	2
<i>Vascellum</i>		1	1
<i>Amanita</i>	8		8
<i>Limacella</i>		1	1
<i>Cortinarius</i>	4		4
<i>Entoloma</i>	2		2
<i>Leptonia</i>	3		3
<i>Laccaria</i>	3		3
<i>Ampulloclitocybe</i>	1		1
<i>Hygrocybe</i>	5		5
<i>Crepidotus</i>		1	1
<i>Inocybe</i>	4	5	8
<i>Campanella</i>		1	1
<i>Gerronema</i>	1		1
<i>Hydropus</i>	1		1
<i>Marasmius</i>	6	2	6
<i>Tetrapyrgos</i>	1		1
<i>Trogia</i>	1		1
<i>Panellus</i>	1		1
<i>Favolaschia</i>		1	1
<i>Mycena</i>	20	4	20
<i>Xeromphalina</i>	1		1
<i>Gymnopus</i>	5		5

<i>Marasmiellus</i>	1		1
<i>Tolypocladium</i>	1		1
<i>Ophiocordyceps</i>	1		1
<i>Oudemansiella</i>	1		1
<i>Chameota</i>		1	1
<i>Coprinopsis</i>	2		2
<i>Psathyrella</i>	2	1	2
<i>Gymnopilus</i>	1		1
<i>Hypholoma</i>	2		2
<i>Panaeolus</i>	1		1
<i>Psilocybe</i>	1		1
<i>Omphalina</i>	1		1
<i>Tricholomopsis</i>		1	1
<i>Otidea</i>	1		1
<i>Scutellinia</i>		1	1
<i>Arcyria</i>		1	1
<i>Phylloporus</i>	1		1
<i>Tylopilus</i>	1		1
<i>Scleroderma</i>		2	2
<i>Geastrum</i>	1		1
<i>Hypoxylon</i>		1	1
<i>Annulohypoxylon</i>	1		1
<i>Postia</i>	1		1
<i>Irpex</i>		1	1
<i>Lamelloporus</i>		1	1
<i>Trametes</i>	1		1
<i>Fomes</i>		1	1
<i>Lentinus</i>	1		1
<i>Artomyces</i>		1	1
<i>Lactarius</i>		1	1
<i>Russula</i>	3	3	5
<i>Sarcodon</i>		1	1

En los dos ejidos correspondientes a bosque mesófilo de montaña se encontraron 127 especies y las de mayor número de individuos fueron: *Lactarius* sp. 1 (22), *Scleroderma* sp. 2 (22), *Russula brevipes* (16) y *Gymnopus* sp. 1 (12) (Tabla 8).

Tabla 8. Especies de macromicetos encontrados en los ejidos Niquivil y Zapata pertenecientes a BMM

ESPECIE	NIQUIVIL	ZAPATA	TOTAL				
<i>Leotia lubrica</i>	4		4	<i>Laccaria</i> sp. 1	1		1
<i>Helvella lacunosa</i>	1	1	2	<i>Laccaria</i> sp. 2	1		1
<i>Helvella macropus</i>	3	1	4	<i>Ampulloclitocybe clavipes</i>	1		1
<i>Ascomycete</i> sp. 1	2		2	<i>Hygrocybe coccinea</i>	2		2
<i>Agaricus</i> sp. 1	1		1	<i>Hygrocybe punicea</i>	4		4
<i>Agaricus</i> sp. 2		2	2	<i>Hygrocybe</i> sp.	2		2
<i>Coprinus</i> sp.		2	2	<i>Hygrocybe</i> sp. 2	1		1
<i>Leucoagaricus</i> sp.	1		1	<i>Hygrophorus</i> sp. 1	2		2
<i>Leucocoprinus</i> sp.	1		1	<i>Crepidotus</i> sp.		2	2
<i>Lycoperdon perlatum</i>		2	2	<i>Inocybe afin geophylla</i>	3		3
<i>Lycoperdon piriforme</i>		1	1	<i>Inocybe calamistrata</i>	2		2
<i>Vascellum a fin</i>		1	1	<i>Inocybe</i> sp. 1	1	2	3
<i>Amanita afin fulva</i>	1		1	<i>Inocybe</i> sp. 2		2	2
<i>Amanita conara</i>	2		2	<i>Inocybe</i> sp. 3		3	3
<i>Amanita gemmata</i>	1		1	<i>Inocybe</i> sp. 4		1	1
<i>Amanita grupo fulva</i>	1		1	<i>Inocybe</i> sp. 5	1		1
<i>Amanita jacksonii</i>	1		1	<i>Inocybe</i> sp. 6		1	1
<i>Amanita muscaria</i> var. <i>Flavovolvata</i>	1		1	<i>Campanella</i> sp.	2	2	4
<i>Amanita pantherina</i>	1		1	<i>Gerronema</i> sp. 1	2	1	3
<i>Amanita</i> sp. 2	1		1	<i>Hydopus</i> sp. 1	1		1
<i>Limacella illinita</i>		1	1	<i>Marasmius afin androsaceus</i>	2		2
<i>Cortinarius</i> sp. 1	1		1	<i>Marasmius radiatus</i>	1	1	2
<i>Cortinarius</i> sp. 2	2		2	<i>Marasmius rotula</i>	1		1
<i>Cortinarius</i> sp. 3	1		1	<i>Marasmius</i> sp. 1	1		1
<i>Cortinarius</i> sp. 4	1		1	<i>Marasmius</i> sp. 2	1		1
<i>Entoloma</i> sp.	1		1	<i>Marasmius</i> sp. 3	2	1	3
<i>Entoloma</i> sp. 1	1		1	<i>Tetrapyrgos</i> sp.	1		1
<i>Leptonia</i> sp. 1	1		1	<i>Trogia cantharelloides</i>	1		1
<i>Leptonia</i> sp. 2	2	1	3	<i>Panellus pusillus</i>	2		3
<i>Leptonia</i> sp. 3	1		1	<i>Favolaschia</i> sp.		1	1
<i>Laccaria amethystina</i>	1		1	<i>Mycena epipterygia</i>	6		6
				<i>Mycena pura</i>	4		4

<i>Mycena</i> sp. 1	1	1	2	<i>Psathyrella</i> s.p. 2	1	1	2
<i>Mycena</i> sp. 11	1		1	<i>Gymnopilus</i> sp.	2		2
<i>Mycena</i> sp. 12	1		1	<i>Hypholoma capnoides</i>	5		5
<i>Mycena</i> sp. 13		1	1	<i>Hypholoma</i> sp.	1		1
<i>Mycena</i> sp. 14	1		1	<i>Panaeolus semiovatus</i>	1		1
<i>Mycena</i> sp. 15	2		2	<i>Psilocybe</i> sp.	1		1
<i>Mycena</i> sp. 16		1	1	<i>Omphalina</i> s.p.	1		1
<i>Mycena</i> sp. 17		1	1	<i>Tricholomopsis</i> s.p.		3	3
<i>Mycena</i> sp. 2	1		1	<i>Otidea</i> sp.	1		1
<i>Mycena</i> sp. 3	1		1	<i>Scutellinia setosissima</i>		3	3
<i>Mycena</i> sp. 4	3		3	<i>Arcyria denudata</i>		1	1
<i>Mycena</i> sp. 5	1		1	<i>Phylloporus rhodovanthus</i>	1		1
<i>Mycena</i> sp. 6	1		1	<i>Tylopilus affin felleus</i>	1		1
<i>Mycena</i> sp. 7	2		2	<i>Scleroderma</i> sp. 1		1	1
<i>Mycena</i> sp. 8	1		1	<i>Scleroderma</i> sp. 2		22	22
<i>Mycena</i> sp. 9	1		1	<i>Geastrum saccatum</i>	2		2
<i>Mycena vinacea</i>	1		1	<i>Hypoxylon</i> sp.		1	1
<i>Xeromphalina</i> sp. 1	1		1	<i>Annulohypoxylon</i> sp. 2	2		2
<i>Gymnopus dryophilus</i>	1		1	<i>Postia azurea</i>	1		1
<i>Gymnopus maculata</i>	7		7	<i>Ipsix lacteus</i>		1	1
<i>Gymnopus</i> sp. 1	12		12	<i>Lamelloporus americanus</i>		1	1
<i>Gymnopus</i> sp. 2	1		1	<i>Trametes versicolor</i>	1		1
<i>Gymnopus</i> sp. 4	2		2	<i>Fomes fasciatus</i>		1	1
<i>Marasmiellus</i> sp.	1		1	<i>Lentinus arcularius</i>	1		1
<i>Tolypocladium capitatum</i>	8		8	<i>Artomyces pyxidatus</i>		4	4
<i>Ophiocordyceps capitata</i>	2		2	<i>Lactarius</i> sp. 1	22		22
<i>Cordyceps</i> sp.	1		1	<i>Russula brevipes</i>	16		16
<i>Oudemansiella</i> sp.	1		1	<i>Russula</i> sp. 4		1	1
<i>Chameota</i> sp.		1	1	<i>Russula</i> sp. 5		5	5
<i>Coprinopsis</i> sp.	4		4	<i>Russula</i> sp. 1	3	1	4
<i>Coprinopsis</i> sp. 2	1		1	<i>Russula</i> sp. 2	1		1
<i>Psathyrella echinata a fin</i>	3		3	<i>Sarcodon</i> sp.		2	2
TOTAL				127 spp	209	82	

En los dos sitios de muestreos, se encontró mayor número de individuos en el ejido Niquivil con 209 seguido del sitio Barrio Emiliano Zapata con 82. Los registros para el bosque mesófilo de montaña son: 32 familias, 62 géneros y 127 especies con 293 especímenes.

El índice de valor de importancia de macromicetos en este tipo de vegetación, mostró que *Lactarius* sp. 1, *Russula brevipes* y *Scleroderma* sp 2, son las de mayor importancia ecológica (Figura 18).



Figura 18. Especies con valor de Importancia de macromicetos para bosque Mesófilo de Montaña

Macromicetos en bosque de encino pino

Para el tipo de vegetación encino-pino, se registraron 22 familias, con 31 géneros y 36 especies, de 46 especímenes. Los ejidos correspondientes a Bosque de encino pino son: Barrio Los Alisos y Ejido Motozintla, los cuales fueron representados por 22 familias, destacando la familia de las *Polyporaceae* con tres géneros (*Lentinus*, *Pycnoporus* y *Truncospora*), *Marasmiaceae* (*Hydropus* y *Trogia*) y *Russulaceae* (*Lactarius* y *Russula*), los géneros restantes fueron distribuidos iguales (una familia y un género).

Tabla 9. Familias de macromicetos encontrados en Alisos y Motozintla pertenecientes a BQP

FAMILIA	ALISOS	MOTOZINTLA	TOTAL
<i>Helvellaceae</i>	1		1
<i>Sarcoscyphaceae</i>	1		1
<i>Agaricaceae</i>	1		1
<i>Clavariaceae</i>	1		1
<i>Entolomataceae</i>	1		1
<i>Marasmiaceae</i>	2		2
<i>Mycenaceae</i>		2	2
<i>Omphalotaceae</i>	1	1	1
<i>Physalacriaceae</i>	1		1
<i>Pluteaceae</i>		1	1
<i>Psathyrellaceae</i>	1		1
<i>Tricholomentaceae</i>	1		1
<i>Pyronemataceae</i>	1	1	2
<i>Boletaceae</i>		1	1
<i>Sclerodermataceae</i>		1	1
<i>Hymenochaetaceae</i>	2		2
<i>Hypoxylaceae</i>	1	1	2
<i>Ganodermataceae</i>	1		1
<i>Polyporaceae</i>	1	2	3
<i>Auriscalpiaceae</i>		1	1
<i>Russulaceae</i>	2		2
<i>Xylariaceae</i>	1		1

Se localizaron 31 géneros en BQP, los géneros con mayor número de especies fueron:) *Gymnopus* con 3 especies (*Gymnopus fusipes*, *Gymnopus sp. 3* y *Gymnopus sp. 5*), *Entoloma*, (*Entoloma sp. 2* y *Entoloma sp.*), *Lactarius* con 2 (*Lactarius sp. 2* y *Lactarius sp. 3*) y *Polyporaceae* (*Pycnoporus cinnabarinus* y *Pycnoporus sanguineus*) (ver Tabla 10).

Tabla 10. Géneros de macromicetos en Alisos y Motozintla pertenecientes a BQP

GÉNERO	ALISOS	MOTOZINTLA	TOTAL
<i>Helvella</i>	1		1
<i>Cookeina</i>	1		1
<i>Agaricus</i>	1	1	1
<i>Clavulinopsis</i>		1	1
<i>Entoloma</i>	2		2
<i>Hydropus</i>	1		1
<i>Trogia</i>	1		1
<i>Panellus</i>	1		1
<i>Mycena</i>	1		1
<i>Gymnopus</i>	2	1	3
<i>Cyptotrama</i>	1		1
<i>Pluteus</i>		1	1
<i>Psathyrella</i>	1		1
<i>Collybia</i>	1		1
<i>Humaria</i>	1	1	1
<i>Wilcoxina</i>		1	1
<i>Arcyria</i>		1	1
<i>Strobilomyces</i>		1	1
<i>Scleroderma</i>		1	1
<i>Inonotus</i>	1		1
<i>Phellinus</i>	1		1
<i>Hypoxylon</i>		1	1
<i>Annulohypoxylon</i>	1		1
<i>Amauroderma</i>	1		1
<i>Lentinus</i>		1	1
<i>Pycnoporus</i>		2	2
<i>Truncospora</i>	1		1
<i>Auriscalpium</i>		1	1
<i>Lactarius</i>	2		2
<i>Russula</i>	2		2
<i>Xylaria</i>	1		1

En los sitios de muestreos de encino pino, se registraron 36 especies; de las cuales la especie con mayor número de especímenes fue: *Annulohypoxylon thouarsianum* 1 (con 9) y el resto de las especies se distribuyeron en una especie (ver Tabla 11).

Tabla 11. Especies de macromicetos en Alisos y Motozintla pertenecientes a BQP

ESPECIES	ALISOS	MOTOZINTLA	TOTAL
<i>Helvella</i> sp.	1		1
<i>Agaricus</i> sp. 1	1		1
<i>Cookeina</i> sp.	1		1
<i>Clavulinopsis</i> sp.	1		1
<i>Entoloma</i> sp. 2	1		1
<i>Entoloma</i> sp.	1		1
<i>Hydropus</i> sp. 2	2		2
<i>Trogia</i> sp.	1		1
<i>Mycena</i> sp. 10	1		1
<i>Gymnopus fusipes</i>		1	1
<i>Gymnopus</i> sp. 3	1		1
<i>Gymnopus</i> sp. 5	1		1
<i>Cyptotrama asprata</i>	1		1
<i>Pluteus</i> sp.		1	1
<i>Psathyrella</i> sp. 1	1		1
<i>Collybia</i> sp.	1		1
<i>Humaria hemisphaerica</i>	1	1	2
<i>Wilcoxina</i> sp.		1	1
<i>Arcyria denudata</i>		1	1
<i>Strobilomyces floccopus</i>		1	1
<i>Scleroderma areolatum</i>		1	1
<i>Inonotus</i> sp.	1		1
<i>Phellinus</i> sp.	1		1
<i>Hypoxylon</i> sp.		1	1
<i>Annulohypoxylon</i> sp. 1	9		9
<i>Amauroderma</i> sp.	1		1
<i>Lentinus tricholoma</i>		1	1
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>		1	1
<i>Pycnoporus sanguineus</i>		1	1
<i>Truncospora</i> sp.	1		1
<i>Auriscalpium</i> sp.		1	1
<i>Lactarius</i> sp. 2	1		1
<i>Lactarius</i> sp. 3	1		1
<i>Russula brevipes</i>	1		1
<i>Russula</i> sp. 3	1		1
<i>Xylaria</i> sp.	1		1

Para bosque de encino pino las especies de mayor valor de importancia (Figura 19) son: *Phellinus* sp, *Annulohypoxylon* sp., *Inonotus* sp., *Collybia* sp., *Amauroderma* sp., *Agaricus* sp., *Russula brevipes* y *Humaria hemisphaerica*.



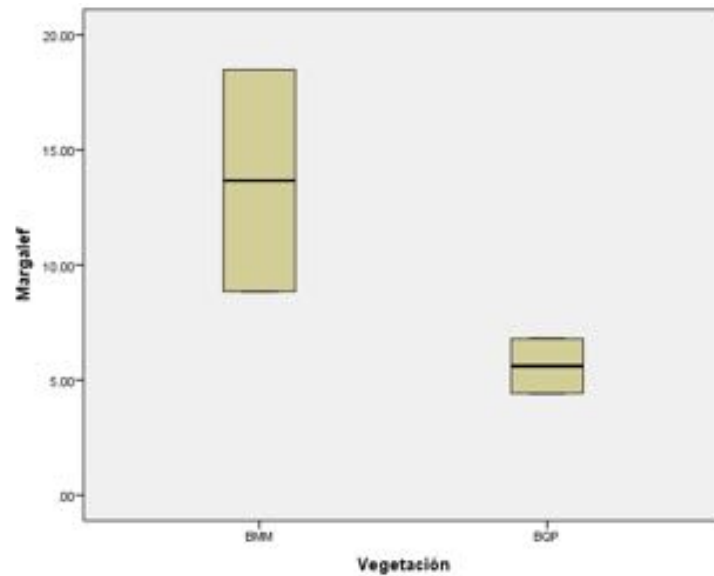
Figura 19. Especies con valor de Importancia de macromicetos para bosque de encino pino

Los géneros mejor representados por número de especies son: *Gymnopus* (3), *Entoloma* (2), *Lactarius* (2), *Pycnoporus* (2) y *Russula* (2). Las familias con mayor número de géneros son: *Polyporaceae* (3), *Hymenochaetaceae* (2), *Marasmiaceae* (2) y *Pyronemataceae* (2),

De los dos sitios muestreados en el bosque de encino-pino, se encontró un mayor número de individuos en Los Alisos con 34 mientras que en el ejido Motozintla se registraron 12.

Diversidad alfa

La comparación de la diversidad alfa usando el índice de Margalef entre los macromicetos asociados a los cuatro sitios de vegetación, muestra que el sitio de Niquivil es el que presenta mayor diversidad de macromicetos, y el menor es el sitio del ejido Motozintla. La prueba de T de Student no mostró diferencias significativas para la diversidad de macromicetos en los dos tipos de vegetación (sig = 0.331)



Tipo de vegetación	Sitio	Índice de Margalef
BMM	Niquivil	18.49
	Zapata	8.85
BQP	Alisos	6.8
	Motozintla	4.42

Figura 20. Diversidad alfa de especies de macromicetos en ambos tipos de vegetación.

Similitud en Macromicetos asociados a vegetación.

El análisis de la similitud de especies se realizó entre los sitios, y entre los tipos de vegetación. Comparando los dos sitios de bosque mesófilo de montaña, se encontró un 14.29% de similitud entre Niquivil y Zapata. La similitud entre los sitios de encino pino fue de apenas 4.35%. La comparación entre los dos tipos de vegetación reveló que de las 340 especies registradas solo se comparte 2.35% entre bosque mesófilo y bosque de encino pino.

Tabla 12. Resultados de índices de diversidad alfa y análisis de la similitud de especies entre los sitios, de muestreo y los dos tipos de vegetación, BMM y BQP

índices	Macromicetos en Bosque Mesófilo de Montaña		Macromicetos en Bosque Encino Pino	
	Niquivil	Zapata	Alisos	Motozintla
Indice de Margalef	18.50	8.85	6.81	4.43
Similitud entre sitios	14.29%		4.35%	
Similitud entre tipos de vegetación	2.35%			

Para conocer la agrupación entre los macromicetos registrados en los diferentes tipos de vegetación, se realizó un dendrograma utilizando el método de Unweighed Pair Group Method with Arithmetic Mean (PGMA), utilizando el coeficiente de Sorensen. Se agruparon sitios similares, yendo de mayor a menor similitud, usando los datos de presencia/ausencia de las especies de macromicetos. El dendrograma muestra que se formaron dos grupos, coincidiendo en que los grupos, comparten el tipo de vegetación. El primero está formado por los sitios de Niquivil y Zapata, con una similitud del 20%. El segundo está formado por Los Alisos y Motozintla, con un 9% de similitud.

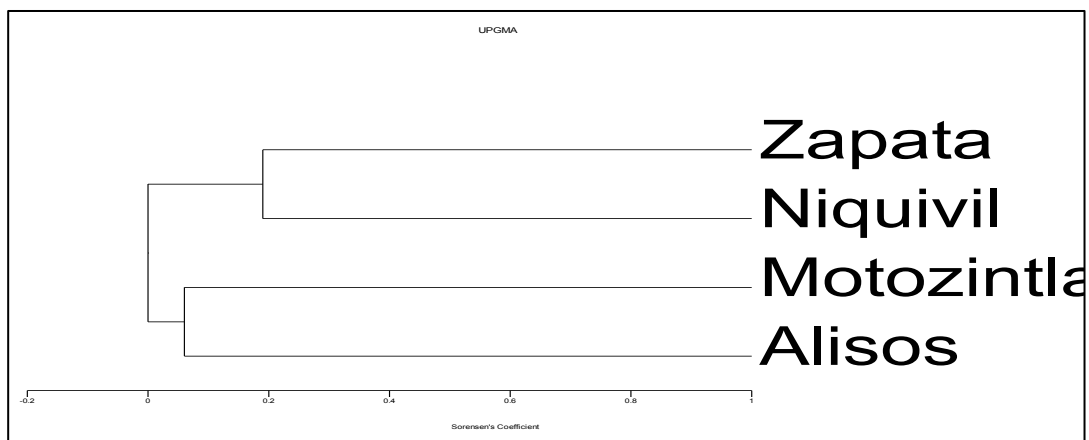


Figura 21. Dendrograma usando el coeficiente cualitativo de Sorensen. Se muestra la similitud de sitios con base en datos de presencia/ausencia de macromicetos. Se muestra agrupación de acuerdo al tipo de vegetación en donde fueron registrados

Variables ecológicas, ambientales y edáficas.

La variable ecológica analizada es la cobertura arbórea. La luminosidad es la variable ambiental considerada. Las variables edáficas son el pH y la humedad del suelo. Tanto la luminosidad, humedad del suelo y pH, se tuvieron varios valores por sitio. La cobertura, resultó del diámetro de los árboles a la altura del pecho (Tabla 13).

Tabla 13. Variables ambientales en bosque para los cuatro sitios de muestreo pertenecientes a bosque mesófilo de montaña y bosque de encino pino

Variables	BEP		BMM		Sig.
	Motozintla	Alisos	Zapata	Niquivil	
	Medianas				
Luminosidad	*467.74	*489.06	288.7	241.93	0.0000135
pH	7.87	7.93	7.86	7.79	0.44
Humedad	1	1.1	*2.68	*3.36	0.0001
Cobertura (m²/ha)	17.85	35.00	*45.99	*269.74	0.013

Cobertura arbórea

El análisis de la cobertura arbórea en términos de área basal (m²/sitio), se analizó y se encontró que son datos que no tienen distribución normal ni homogeneidad de varianzas, por lo cual se utilizó pruebas estadísticas no paramétricas. Para conocer la variabilidad entre los cuatro sitios se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, lo cual muestra que existen diferencias significativas entre las medianas. El análisis de la cobertura entre sitios mostró valores de significancia (p=0.013). Comparando los dos tipos de vegetación con la prueba U de Mann-Whitney se tiene que las diferencias entre la cobertura de BMM y BQP, son significativas (p=0.007). Para poner en contexto, la cobertura arbórea es estadísticamente diferente entre BMM y BQP, pero esa diferencia se debe

principalmente al sitio de Niquivil, ya que el sitio de BMM-Zapata, aunque tiene cobertura mayor a los de BQP pero no es estadísticamente diferente a ellos.

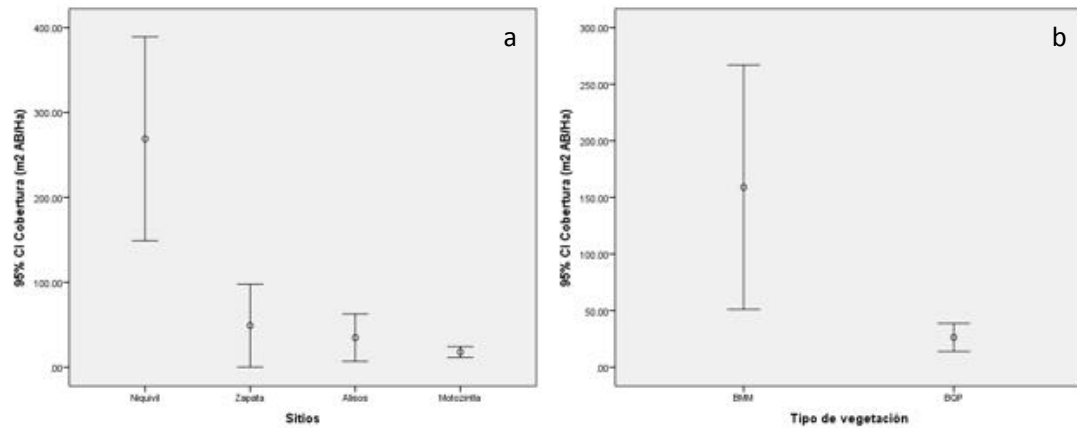


Figura 22. Distribución de los datos de cobertura. a) comparando los 4 sitios y b) los dos tipos de vegetación. Se muestra diferencias significativas ($p=0.007$) entre BMM y BQP, donde Niquivil tiene los datos más altos de cobertura

Luminosidad

Los datos de luminosidad, se analizaron de igual manera con estadística no paramétrica. La comparación entre los sitios de vegetación demostró que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre los sitios ($p = 0.0001$) y entre los tipos de vegetación ($p=0.0001$). Los gráficos muestran que la luminosidad es mayor en los sitios de Alisos y Motozintla, mientras que es menor en Niquivil y Zapata. En conjunto, muestran que la luminosidad es mucho menor en BMM que en BQP. Es de observarse que los sitios de BMM, tienen datos tendientes a ser homogéneos y los de BQP también.

Se muestra que entre los sitios de BQP, los Alisos tienen mayor rango de error, que el sitio de Motozintla. Entre los sitios de BMM, zapata recibe mayor luminosidad a nivel de suelo que Niquivil.

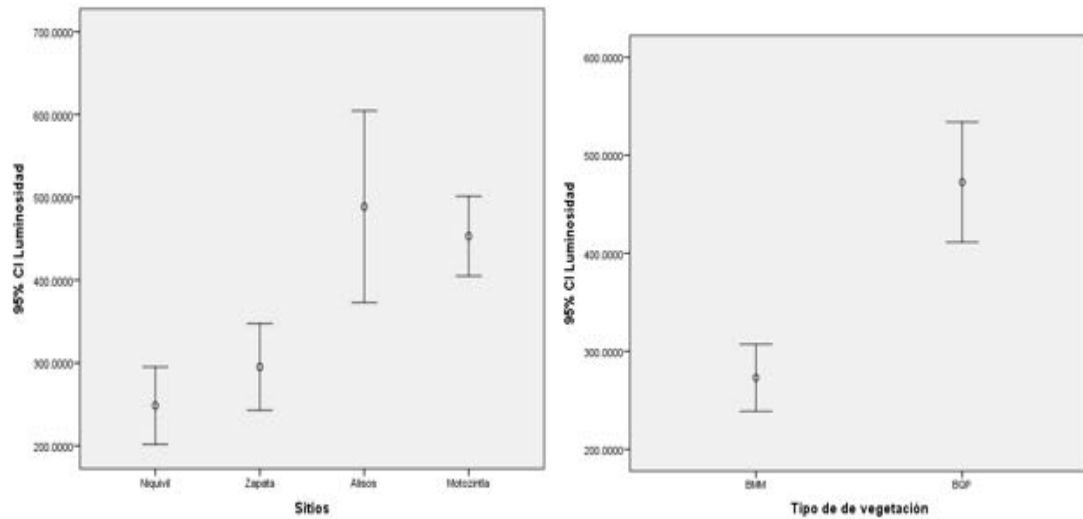


Figura 23. Distribución de los datos de luminosidad entre a) Sitios ($p=0.0001$) 7 b) Tipos de vegetación ($p= 0.0001$). Ambos con valores altamente significativos

pH

Los valores de pH se analizaron con estadística no paramétrica. Con la prueba de Kruskal-Wallis, no se encontró diferencias significativas entre los valores de sitios ($p=0.062$). La comparación entre tipos de vegetación con la prueba U de Mann-Whitney tampoco reveló diferencias estadísticas significativas entre BMM y BQP ($P=0.19$).

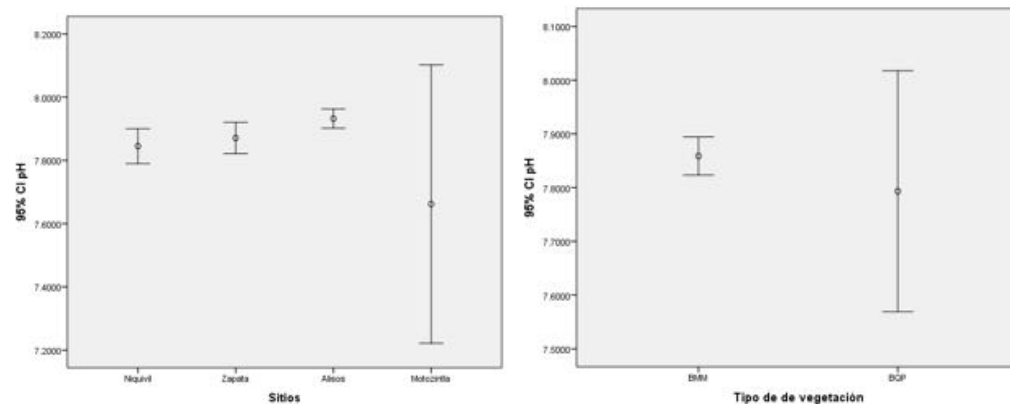


Figura 24. Gráficos de distribución de valores de pH entre los sitios y comparando tipos de vegetación. En ambos no hubo diferencias estadísticas significativas ($P = 0.062$ y 0.19)

Humedad del suelo

Los datos de humedad del suelo se analizaron con estadísticas no paramétricas. La comparación entre sitios mostró diferencias altamente significativas, en donde el sitio de Niquivil fue el más alto seguido del sitio Zapata. El más seco fue Motozintla ($p=0.00001$). La comparación entre tipos de vegetación mostró diferencias altamente significativas, en donde el BMM tiene los valores de mayor humedad ($p=0.000005$). Es importante notar que los valores de BQP, son muy homogéneos, tal y como se muestra en la gráfica de error, siguiente.

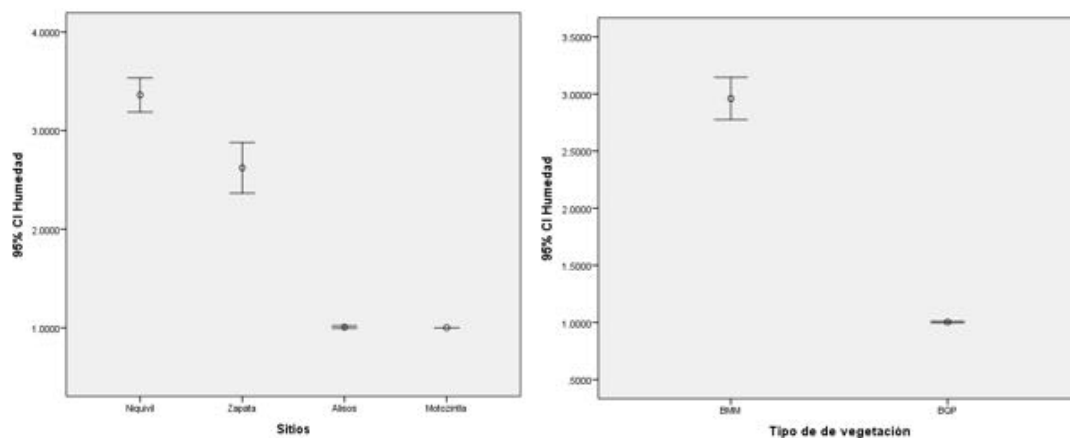


Figura 25. Distribución de los datos de humedad del suelo entre sitios (a) y entre tipos de vegetación (b). En ambos hay una significancia muy alta. Se nota claramente la diferencia de humedad entre los tipos de vegetación

Correlaciones variables ambientales y diversidad de macromicetos

Se hizo un análisis de correlación entre la diversidad de macromicetos (índice de Margalef) y la luminosidad, pH, humedad del suelo, diversidad arbórea (índice de Margalef del componente arbóreo) y cobertura arbórea.

Los resultados encontrados muestran una alta correlación positiva entre la diversidad de macromicetos y la humedad del suelo (0.88), la diversidad de macromicetos y la cobertura arbórea (0.98) y de igual manera, se encontró

correlación positiva entre la diversidad de macromicetos y la diversidad arbórea con un índice de correlación de 0.64.

El valor de la correlación indica que a medida que la humedad del suelo, la cobertura arbórea y la diversidad de árboles aumentaron, también aumentó la diversidad de macromicetos. El factor ambiental, con mayor incidencia positiva es la cobertura arbórea, posteriormente la humedad del suelo y por último la diversidad arbórea.

La correlación entre la diversidad de macromicetos y la luminosidad mostró correlación negativa (-0.81) al igual que con el pH (-0.64). Estos valores indican que, a mayor luminosidad y pH, los valores de diversidad fueron menores, aunque la variable luminosidad es más determinante, que el pH.

Tabla 14. Datos de las variables usadas para los coeficientes de correlación, por sitio de muestreo y tipos de vegetación, bosque mesófilo de montaña y bosque de pino encino

Tipo de vegetación	Sítios	Diversidad de macromicetos (índice de Margalef)	Luminosidad (Rango 1-2000)	Diversidad arbórea (índice de Margalef)	pH	Humedad del suelo (%)	Cobertura área basal (m2/ha)
Bosque Encino-Pino	Alisos	6.81	489.06	1.99	7.93	1.01	17.38
	Motozintla	4.43	467.74	1.26	7.88	1.00	8.92
	Niquivil	18.50	241.94	4.182	7.85	3.36	134.50
	Bosque Mesófilo de Montaña Zapata	8.85	288.71	4.97	7.87	2.69	24.53

Tabla 15. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables edáfico-ambientales y la diversidad de macromicetos expresada a través del índice de Margalef

Variables	Grado de correlación de Pearson con diversidad de macromicetos (-1+1)
Luminosidad	-0.83
Diversidad arbórea (índice de Margalef)	0.98
pH	-0.62
Humedad del suelo	0.88
Cobertura área basal	0.98

DISCUSIÓN

Vegetación

De acuerdo con Jumpponen y Egerton-Waburton, (2005) la composición y estructura de la vegetación en los rodales son elementos que limitan o promueven la emergencia, abundancia y la distribución espacial de los esporomas, especialmente los ectomicorizógenos. De igual manera Pilz y Molina (1996, citados por Peterson et al., 2000), concluyeron que la edad del arbolado, la composición y la estructura de la comunidad tiene gran influencia sobre la producción del recurso.

Para este trabajo se encontró que ambos tipos de vegetación tienen diferencias tanto en su composición, como en su estructura. Por un lado, el Bosque Mesófilo de Montaña presentó una mayor riqueza de especies que el Bosque de Quercus Pinus. BMM es conocido como uno de los ecosistemas con mayor riqueza específica de la tierra, y presenta alto grado de endemismos (Rzedowski, 1991).

Una mayor riqueza de especies arbóreas está explicada por las condiciones ambientales, que se conjugan para formar el BMM. Esas condiciones ambientales, incluyen una estacionalidad poco marcada y presencia de neblina en casi la mayor parte del año y sin heladas bajo el dosel (González-Espinoza et al., 2012). Esta vegetación se ubica en cañadas donde se protege del viento e insolación, y está expuesto a vientos cargados de humedad (Hamilton et al., (1993) citado por Pérez-Farrera et al., 2010).

En la Figura 3 se muestra que los BMM se encuentran sobre las isoyetas de 3000 a 3800 mm de promedio anual, y en isothermas de 14 y 16°C de promedio anual. A diferencia de esto, el bosque de encino-pino se ubica en las isoyetas de 2000 a 2500 mm anuales, y en isothermas de 16 y 18 °C.

Esto se encuentra en los límites descritos por Rzedowski (1978), que describe a los encinares en lugares con precipitación media anual de 350 mm anuales a más de 2000 mm anuales en la planicie costera de México. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 10 y 26°C promedio anual, aunque la temperatura más frecuente va de 12 a 20°C.

López Mata, et al., (2011) reportan que la altitud y la precipitación pluvial en los meses húmedos del año (mayo-octubre) y la evapotranspiración real anual (que combina la precipitación y la temperatura) explican el 47.5 % de la variación en la riqueza de especies de BMM.

Los resultados de este estudio muestran que una de las diferencias entre la estructura de BMM y BQP, se ve reflejada con el Índice de Valor de importancia. Mientras que para el BMM las especies de mayor valor son: *Alnus acuminata*, *Quercus benthamii* y *Critoniadelphus nubigenus*, para el BQP fueron *Quercus candicans*, *Quercus rugosa*, *Quercus acutifolia* y *Pinus oocarpa*.

Las especies que presentaron un mayor valor de importancia, significa que poseen un patrón regular, mientras que las de valor bajo, tienen un patrón irregular y disperso. Las especies de mayor IVI en BMM son especies características del BMM, a excepción de *Critoniadelohus nubigenus*, que, en México, solo se ha descrito en Chiapas. Breedlove (1986), y Ramírez-Marcial et al., (2010) mencionan que es endémica de bosques maduros en Chiapas, aunque se cree que han realizado algunas colectas en Honduras y El Salvador. Esta especie es casi arbustiva, ya que los datos revelaron que en promedio registró alturas promedio de 6 m. y diámetros de 6 cm.

Alnus acuminata tiene un alto rango de distribución en México y son árboles que pueden alcanzar diámetros de hasta 40 cm y hasta 30 m de altura. Por lo tanto, se distingue en el IVI por su alto valor de dominancia.

Quercus benthamii es una especie ampliamente distribuida en los BMM de Chiapas y centro América. Puede alcanzar diámetros de hasta 130 m y alturas de 40 m. De igual manera tiene valores altos del IVI debido a sus valores de dominancias.

Los valores de IVI de encino pino: *Quercus candicans*, *Quercus rugosa*, *Quercus acutifolia* y *Pinus oocarpa*. todas estas especies son propias de los bosques mixtos. *Q. candicans* y *Q. rugosa*, son dos de las especies de mayor distribución en México (Museo de Ciencias Biológicas-UNAM, 2018).

En los encinares más húmedos, propios sobre todo del centro y sur de México, a menudo también se encuentran árboles de otros géneros, como, por ejemplo, *Clethra*, *Cornus*, *Ilex*, *Oreopanax*, *Styrax*, *Symplocus*, *Xylosma*, etc. (Rzedowski, 1991). Esto coincide con los datos recabados en este trabajo, al encontrar registros de especies *Styrax*, *Oreopanax*, entre otras.

Diversidad beta de especies arbóreas.

El término diversidad implica variabilidad y variedad, sin embargo, los índices más usados para medir la diversidad beta, expresan lo complementario, que en este caso es la similitud. Esto es, a mayor grado de diversidad, menor similitud y viceversa.

En este trabajo se utilizó el índice de similitud de Sorensen. Como se expresó en resultados la similitud entre los dos tipos de vegetación fue de 0% a nivel de especies. Esto significa que ninguna especie registrada en BMM, estuvo presente en BQP, y por lo tanto hubo un recambio del 100% de las especies. Es importante notar que entre el sitio de mayor altitud de BMM y el sitio más bajo de BQP hay una diferencia altitudinal aproximada de 840 m. Con este gradiente altitudinal, se han registrado resultados con valores similares, como el reportado por Williams-Linera et al., (1996) en donde un sitio a 1250 msnm y uno a 2050

msnm (800 m de diferencia) en la ladera del Cofre de Perote, Veracruz, encontró 10% de similitud de especies. De igual manera Rodríguez (2015), en un estudio realizado en Allende Jalisco, encontró que al comparar un sitio a 1333 msnm con uno a 2111 msnm obtuvo 0% de similitud. Este mismo autor señala que en ese estudio observó que a mayor distancia altitudinal, mayor recambio de especies.

Es importante recalcar que este trabajo no está diseñado para captar la variabilidad de la vegetación, ya que el diseño de los sitios no es óptimo para el análisis de la vegetación. Pero, el hecho de comparar la variabilidad de la vegetación registrada permite aportar información para la interpretación de los resultados de los macromicetos.

Cobertura arbórea (Área basal).

El análisis de la cobertura arbórea calculado a través del área basal mostró que el BMM tiene valores muchos más altos que el BQP. Los resultados mostraron que el promedio de AB/ha en bosque mesófilo fue de 79.52 m^2 , en BQP fue de 13.15 m^2 . Esto equivale alrededor de 6 veces más en BMM que en BQP.

Los valores en BMM dicen que por cada hectárea que tiene $10,000 \text{ m}^2$, 79.52 m^2 están cubiertas por áreas basales de árboles. y en BQP de la hectárea, solo 13.15 m^2 está cubierto por las áreas basales de los árboles. Este dato muestra la gran diferencia de cobertura entre los dos tipos de vegetación.

La mayor cobertura en BMM, está determinada por la mayor cantidad de individuos, ya que en este tipo de vegetación en promedio se estima una densidad arbórea de 1975 ind/ha, mientras que para BQP se estima una densidad arbórea de 725 ind/ha. Existe una diferencia de 1250 árboles entre uno y otro.

Otros resultados en densidad arbórea en bosques dominados por encinos son por ejemplo el realizado por Ramírez (2000), en un bosque de encino en la

sierra de Álvarez, San Luis Potosí, en donde encontró una densidad de 483 individuos/ha. Flores-Romero et al., (2004) en un estudio en un gradiente altitudinal del centro de Veracruz, encontró densidades en un bosque de encino, de 389, 263, 920 y 115 individuos/ha.

Campo-Kurmen (2010) encontró en un bosque de niebla entresacado, en Tolima Colombia, una densidad arbórea de 2370 árboles/ha. Otros valores de densidades son reportados por Fortanelli-Martínez et al., (2014) para Copalillos San Luis Potosí, con 4099 individuos arbóreos. Puig et al., (1983) con 1169 individuos/ha para un bosque de niebla en Tamaulipas, Williams-Linera, Guillén, Gómez y Lorea (2007) con 1035 individuos/ha en Veracruz.

Algunos valores de AB reportados para BMM son para Copalillos 57 m²/ha (Fortinelli-Martínez et al., 2014), 58 m²/ha (Williams-Linera, 2007), Tamaulipas 31 m²/ha (Puig et al., 1987), todos similares pero inferiores a los reportados en este estudio.

Aunque los criterios para determinar el tamaño mínimo de los árboles cambian, existe una marcada diferencia entre la densidad arbórea entre BMM y BQ o cualquiera de los bosques mixtos, y por lo tanto habrá diferencias en cobertura por área basal, tal y como se ve reflejado en este estudio como en estudios previos.

La diferencia de cobertura entre los tipos de vegetación, están muy relacionadas con las condiciones ambientales presentes. Arteaga y Moreno (2006), mencionan que “la cobertura arbórea responde a las condiciones del hábitat relativas a la disponibilidad del agua, la salud del arbolado y la calidad del suelo, entre otros. Así el dosel o cobertura, favorece una mayor penetración de luz y viento al sotobosque. En consecuencia, aumenta la evapotranspiración a este nivel y la temperatura de las capas superficiales del substrato, con la automática reducción de la humedad; en todo esto en conjunto, impacta de manera significativa en la producción fúngica”. Estas condiciones parecen ser las que se presentan en el BQP, donde hay una menor cobertura.

En caso contrario un dosel cerrado, además de mantener la humedad y temperatura edáfica adecuada para la fructificación de los hongos, los fitobiontes conservan una alta actividad fotosintética (Bonet et al., 2008), y con ello garantizan el suministro de carbohidratos y otros metabolitos necesarios para la formación de esporomas (Pilz y Molina, 2001). Estas condiciones se presentan en el BMM.

Especies de macromicetos asociados por tipo de vegetación

Se encontró que hubo mayor registro de macromicetos en BMM que en BQP. Tanto en número de especímenes, especies, géneros y familias. Debido a que el índice de Margalef, está muy influenciado por el número total de individuos de la muestra (especímenes) (Moreno, 2001), los sitios donde hubieron mayor cantidad de individuos, también son los de mayor diversidad. Y para este índice, los sitios de BMM son los más diversos y los que presentaron mayor número de especímenes, tal como se muestra en resultados.

Para entender mejor la asociación entre macromicetos y vegetación, el análisis de la diversidad beta para macromicetos revela que, de las 158 especies encontradas en total, solo 2.35% se encuentran compartidas en ambos sitios, mientras que en vegetación no se comparte ninguna especie.

Se mostró una marcada diferencia tanto en la riqueza de especies de macromicetos como en su composición entre el BMM y los registrados en el BQP. En el primero se registraron 128 especies y 293 especímenes y para el segundo se registraron 36 especies y 46 especímenes.

Estos valores coinciden con lo encontrado por Heredia, (1989) en Tamaulipas, en donde un sitio de BMM encontró 89 especies y en un sitio de BPQ, encontró 47 especies.

La diversidad de especies de hongos depende del área basal, altitud, pendiente y orientación de esta. El área basal, la altitud, aspecto y la inclinación de la pendiente son predictores importantes de producción de hongos.

La relación observada de la baja producción de hongos en sitios de menor área basal podría ser un reflejo de la menor tasa fotosintética, y por lo tanto menor disposición de carbono en el subsuelo. Estos sitios suelen ser más cálidos y secos. Por el contrario, en bosques con altos valores de área basal, la producción de hongos, así como la fotosíntesis, tienen valores más altos y pueden ser sitios óptimos para la producción de setas en los bosques de pino. (Bonet et al., 2008).

Los géneros de hongos más comunes son: *Amanita*, *Russula*, *Lactarius*, *Craterellus*, *Helvella*, *Morchella*, *Omphalotus*, *Stobilomyces*, *Astraeus*, *Armillariella*, *Boletus*, *Hydnum*, *Clavaria*.

Entre los hongos, algunas especies dependen de los encinos, como las micorrizas, y otras llevan alguna relación simbiótica distinta con plantas de este género (Bacon, 1997).

Para conocer las diferencias entre la presencia de macromicetos en ambos tipos de vegetación, es importante analizar los factores ambientales, edáficos y ecológicos de ambos tipos de vegetación.

La presencia de macromicetos está dada por las condiciones ambientales que influyen en ellos, debido a que en los resultados obtenidos se observó altos valores de correlación de las variables edafico-ambientales con la diversidad de macromicetos, estos valores fueron: la cobertura de área basal (0.89) y la humedad del suelo, (0.88). Los resultados se asimilan al trabajo realizado por Djelloul y Samraoui (2011) donde describen que los macromicetos dependen en primer plano de la cubierta del árbol y en el grado de humidificación del suelo ya que esos parámetros fueron correlacionados significativamente a la presencia de macromicetos, en específico las ectomicorrizas.

Sin embargo, datos obtenidos por Büntgen et al., (2012) contradicen dichos resultados, a pesar de que utilizaron parámetros climáticos disponibilidad de humedad del suelo y la cubierta del área de arbolado, para conocer la

productividad de hongos y su fenología, obtuvieron que los datos de correlación fueron generalmente no significativos para la presencia de los macromicetos. Djelloul y Samraoui (2011), añaden que la acidez del suelo tiene una importancia en la abundancia de macromicetos.

Según modelos, las producciones de hongos son los más altos cuando el área basal es de 10-20 m². De hecho, todos los predictores utilizados (área basal, altitud, aspecto y pendiente) tienen un parecido efecto para todos los componentes de producción (Bonet et al., 2008).

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que en términos generales la altitud, cobertura arbórea y la humedad del suelo determinan la presencia y diversidad de macromicetos independientemente del tipo de vegetación, de la diversidad arbórea o el pH, en los sitios de estudio (-0.62 Grado de correlación de Pearson). Esta condición se presentó en el bosque mesófilo de montaña donde hubo mayor diversidad de especies de macromicetos que en el bosque de encino pino. Asimismo, la mayor parte de las especies de macromicetos encontradas fueron de hábito saprobio y se encontraron en el bosque mesófilo de montaña. La estructura y la composición de especies de plantas del bosque mesófilo de montaña también están asociadas positivamente con la diversidad de especies de macromicetos, pero en menor proporción (0.64 Grado de correlación de Pearson). El bosque de encino pino tuvo una menor cobertura que el mesófilo de montaña y una mayor cantidad de luminosidad que llega al suelo. La gran diversidad arbórea del bosque mesófilo de montaña y la mayor cantidad de precipitación a lo largo del año (2503mm) y esto junto con las otras variables referidas hacen que exista una mayor diversidad de especies de macromicetos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J., & Valenzuela, J. (2014). Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de biodiversidad*, 76-81.
- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W., & Blackwell, M. (1996). *Introductory Mycology*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Andrade Gallegos, R., & Sánchez Vázquez, J. (2005). La diversidad de hongos en Chiapas: un reto pendiente. *COCYTECH-ECOSUR, México, D. F.*
- Arteaga M, B., & Moreno, Z. (2006). Los hongos comestibles silvestres de Santa Catarina del Monte, Estado de México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12 (2): 125-131.
- Blackwell, M. (2011). THE FUNGI: 1, 2, 3 ... 5.1 MILLION SPECIES? *American Journal of Botany*, 98(3): 426–438.
- Bonet , J., Pukkala , T., Fischer, C., Palahí , M., Martínez , J., & Colinas, C. (2008). Empirical models for predicting the production of wild mushrooms in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in the Central Pyrenees. *Ann. For. Sci.*, 65.
- Breedlove, D. E. (1986). *Flora of Chiapas. Listados florísticos de México*. México, DF: Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Büntgen, U., Kauserud, H., & Egli , S. (2012). Linking climate variability to mushroom productivity and phenology. *Front Ecol Environ*, 14–19.
- Campo-Kurmen, J. M. (2010). Estructura, riqueza y composición de plantas arborecentes en un bosque de niebla entresacado del Tolima (Colombia) . *Acta biológica colombiana*, 247-262.
- Cepero de García, M. C., Restrepo, S., Franco, M., & Vargas, N. (2012). Biología de Hongos, Bogotá. *Universidad de los Andes*.
- Chanona-Gómez, F., Andrade-Gallegos, Castellanos-Albores, J., & Sánchez, E. (2007). Macromicetos del Parque Educativo Laguna Bélgica, municipio

- de Ocozocuautila de Espinosa, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78:369-381.
- Cifuentes, J. (2008). *Hongos. Catálogo taxonómico de especies de México*. México, DF: CONABIO.
- Díaz, L. M., Flores Pardavé, L., Ruiz Esparza, V., & Robledo, M. (2007). Contribución al Conocimiento de los Hongos (Macromicetos) de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*, 1-9.
- Díaz-Moreno, J., Valenzuela, R., & Marmolejo, J. (2005). Flora micológica de bosques de pino y pino-encino en Durango, México. *Ciencia UANL*, 8: 262 – 269.
- Djelloul , R., & Samraoui , B. (2011). Distribution and ecology of the superior mushrooms of the Aulnaie of Ain Khia (El Kala National Park, Northeastern Algeria. *African Journal of Environmental Science and Technology Vol. 5(6)*, 448-456.
- Flores-Romero, C. I., & Marquez, R. J. (2004). Estudio poblacional de *Quercus oleoides* Schl. Et Cham., en un gradiente altitudinal del centro de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 6(1). Pág. 1-14.
- Fortinelli Martínez , j., García Pérez , j., & Castillo Lara, p. (2014). Estructura y composición de la vegetación del bosque de niebla de Copalillos, San Luis Potosí, México. *Acta botánica mexicana*, 161-186.
- Gabriela, H. (1989). Estudio de los hongos de la reserva de la biosfera el Cielo, Tamaulipas, Consideraciones sobre la distribución y ecología de los hongos de algunas especies. *Acta Botánica Mexicana*, 7: 1 – 18.
- García, E. (1987). *Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen*. México: Offset Larios.
- Garza, F., García, J., Estrada, E., & Villalón, H. (2002). Macromicetos, etnomicorrizas y cultivos de *Pinus culminicola* en Nuevo León. *ciencia UANL Vol. V, No. 2*, 204-210.
- González-Espinosa, M., Meave, J., Ramírez-Marcial, N., Toledo-Aceves, T., Lorea Hernández, F., & Ibarra Manríquez, G. (2012). Los bosques de

- niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas*, 36-54.
- Guzmán, G. (1972). Macromicetos mexicanos en el herbario The National Fungus Collections de EUA. *Boletín Sociedad Botánica. México*, 32:31-55.
- Guzmán, G. (1973). Observaciones sobre el género *Calostoma* en México. *Bol. Soc. Mex. Mic*, 7: 99-104.
- Guzmán, G. (1995). La diversidad de hongos en México. *Ciencia*, 39: 52-57.
- Guzmán, G. (1998a). Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México (Ensayo sobre el inventario fúngico del país). In *La diversidad biológica de Iberoamérica II*, G. Halffter (págs. 111-175.). Acta Zoológica Mexicana, nueva serie vol. Especial, CYTED e Instituto de Ecología, Xalapa.
- Hamilton, L. S., Juvik, J. O., & Scatena, F. N. (1993). The Puerto Rico tropical Cloud Forest Symposium: Introducción and Workshop Synthesis. En e. H. al., *Tropical Montane Cloud Forest-Proceedings of and international symposium at San Juan, Puerto Rico, East West Center*. Honolulu, Hawaii, USA.
- Hawksworth, D. (1991). The fungal dimension of biodiversity: Magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95: 641 – 655.
- Hawksworth, D. L. (2001). The magnitude of fungal diversity: 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, 105:1422-1432.
- Heilmann, J., & Morten, C. (2003). Fungal diversity on decaying beech logs-implications for sustainable forestry. *Biodiversity and Conservation*, 12: 953–973.
- Heredia-Abarca, G. (2013). *Base de datos sobre los hongos anamorfos de restos vegetales del bosque mesófilo del estado de Veracruz*. México D.F: Instituto de Ecología A. C. Informe Final SNIB-CONABIO, proyecto No. IE004. México D. F.
- INEGI. (2005). Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2018). Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

- Juárez, U. A. (2012). *Introducción a los hongos*. Ciudad Juárez, Chihuahua, México.
- Kirk, P. M., Cannon, P. F., Minter, D. W., & Stalpers, J. A. (2008). *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. Wallingford: 10 ed. International Mycological Institute, CAB International.
- Jumpponen, A., & Egerton-Warburton, L. M. (2005). Mycorrhizal fungi in sucesional environments: a community assembly, model incorporating host plant, environmental and biotic filters. En J. Dighton, J. F. White, & P. Oudemans, *The fungal community. Its organization and role The ecosystems*. Boca Raton, FL. USA: CRC Press(págs. 139-167).
- Lampman, A. (2007a). General Principles classification among the tzeltal maya of Chiapas, México. *Journal of Ethnobiology* , 27(1): 11-27.
- López-Mata, L., Villaseñor , J. L., Cruz Cárdenas, G., Ortiz, E., & Ortiz Solorio, C. (2011). Predictores ambientales de la riqueza de especies de plantas del bosque húmedo de montaña de México. *Botanical Sciences*, 27-36.
- Maciel-Mata, C. A., Manríquez-Morán, N., Octavio-Aguilar, P., & Sánchez-Rojas, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta Universitaria*, 25(2), 3-19.
- Martínez, M. Q., & Garza Ocañas, F. (2015). *Hongos Silvestres Comestibles, en la Sierra Tarahumara de Chihuahua*. Ciudad Juárez, Chihuahua, México: Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Medel, R. (2013). HONGOS ASCOMICETOS DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN MÉXICO. *Acta botánica Mexicana*, 87-106.
- Medina-Arias, F. (2007). *Etnomicología mam en la reserva de la biosfera Volcán Tacaná, Chiapas, México*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tesis.
- Medrano-Meraz, M. (2015). *Relación diversidad arbórea y gradientes de altitud, exposición y pendiente en la región de El Salto, Durango. El Salto, Pueblo Nuevo, Durango, México*:. Tesis Maestria, Instituto Tecnológico del Salto.

- Mendoza, S. V., & Valenzuela Garza, R. (2010). Macromicetos de la Sierra Norte del Estado de Puebla. *Naturaleza y Desarrollo*, 8.
- Moreno, C. (2011). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1.
- Mueller, G. M., Halling, R. E., Carranza, J., Mata, M., & Schmit, J. P. (2006). Saprotrophic and Ectomycorrhizal Macrofungi of Costa Rican Oak forest. En M. Kappelle, Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests (págs. 55-68). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Mueller, J., Schmit, P., Leacock, B., Cifuentes, J., Desjardin, D., Halling, R., & Hjortstam, K. (2007). Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation*, 16:37-48.
- Oscar, P. (2009). *acidez del suelo*.
- Pardavé Díaz, L. M., Flores Pardavé, L., Ruiz Esparza, V., & Robledo Cortés, M. (2007). Contribución al Conocimiento de los hongos (Macromicetos) de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*, 1-9.
- Pardavé, M., & Terán, M. (1999). Estudio comparativo de dos comunidades de Macromicetos en el área protegida de Sierra Fría. *Investigación y Ciencia*, 2-10.
- Pérez -Farrera, M. A., Tejeda Cruz, C., & Silva Rivera, E. (2010). *Los bosques mesòfilos de montaña en Chiapas: Situación actual, diversidad y conservación*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Pérez-Moreno, J., & Villarreal, L. (1988). Los hongos y Myxomycetes del estado de Chiapas, México estado actual de conocimiento y nuevos registros. *Micología Neotropical Aplicada*, 1:97-133.
- Peterson, M., Outerbridge, R., & Dennis, J. (2000). Chanterelle productivity on burned and unburned regeneration sites in the vicinity of Skidegate Lake on Moresby Island. Final report to the South Moresby Forest Replacement Account. British Columbia, Canada. 37p
- Pilz, D., & Molina, R. (2001). Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issues, management,

- and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management*, 5593: 1-14.
- Porras, L. R., Ishiki Ishihara, M., & Valenzuela, R. (2006). Inventario preliminar de los macromicetos en los Altos. *polibotánica*, 89-101.
- Porras, L. R., Ishiki Ishiki, M., & Valenzuela, R. (2006). Inventario preliminar de los macromicetos en los Altos de Chiapas, México. *POLIBOTANICA*, 89-101.
- Puig, H., Bracho, R., & Sosa, V. (1983). Composición florística y estructural del bosque mesófilo de montaña en Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biótica*, 8: 339-359.
- Ramírez T, H. M. (2000). *Análisis estructural del bosque de encino en la sierra de Álvarez S.L.P.* San Luis Potosí: Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Ramírez, M. A. (2011). *Los hongos: recurso natural forestal y su aprovechamiento sustentable..* Editorial Academica española.
- Ramírez-Marcial, N., Camacho-Cruz, A., Martínez-Ico, M., Luna-Gómez, A., Golicher, D., & onzález-Espinoza, M. (2010). *Árboles y Arbustos de los bosques de Montaña en Chiapas*. San Cristobal de las Casas, Chiapas: El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).
- Robles, L., Huerta, G., Andrade, R., & Ángeles, M. (2005). Conocimiento tradicional sobre los macromicetos en dos comunidades Tseltales de Oxchuc, Chiapas, México. *Etnobiología*, 5: 21-35 .
- Rodríguez González, J. P. (2015). *Estructura y diversidad de las comunidades de especies leñosas de bosque mesófilo de montaña a lo largo de un gradiente altitudinal en la Sierra de Cacoma, Talpa de Allende, Jalisco*. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México: Universidad de Guadalajara.
- Ruan-Soto, F. (2005). *Etnomicología en la Selva Lacandona: percepción, uso y manejo de hongos en Lacanjá-Chansayab y Playón de la Gloria, Chiapas*. San Cristobal: Tesis maestría, Colegio de la Frontera Sur.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México Distrito Federal: Limusa.

- Rzedowski, J. (1991). endemismo en la flora fanerogámica mexicana: Una apreciación preliminar. *Acta botánica mexicana*, 47-64.
- San Martín, F., Yu-Ming Ju, & Rogers, D. (1999). Algunas especies de Hypoxylon (Pyrenomycetes, Xylariaceae) de México. *Acta Botánica Mexicana*, 47: 31-53.
- Singer, R. (1976). Marasmieae (Basidiomycetes Tricholomataceae). *Flora Neotropica*, 17:1-347.
- Smith, T. M., & Smith, R. L. (2007). *Ecología*. Madrid: Pearson educación, S.A.: Sexta edición.
- Soto, F. R. (2005). *Etnomicología en la Selva Lacandona: percepción, uso y manejo de hongos en Lacanjá-Chansayab y Playón de la Gloria, Chiapas*. San Cristobal, Chiapas: Tesis maestría, Colegio de la Frontera Sur.
- Valdez-Lazalde, J. R., González-Guillén, H., & De los Santos-Posadas, M. (2006). Estimación de cobertura arbórea mediante imágenes satelitales multiespectrales de alta resolución. *Agrociencia*, 40:383–394.
- Vázquez, J. S., Andrade Gallegos, R., & Coello, M. (2010). Los hongos comestibles en el sureste de México. En *Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en*.
- Vázquez, S. (2008). *Ecología de comunidades de macromicetos a los largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca.
- Vázquez, S., & Valenzuela, R. (2010). Macromicetos de la sierra del estado de Puebla. *Naturaleza y desarrollo*, 43-58.
- Villarruel-Ordaz, J., & Fuentes, J. (2007). Macromicetos de la Cuenca del Río Magdalena y zonas adyacentes, Delegación Magdalena Contreras, México, D. F. *Mexicana de Micología*, 25:59-68.
- Williams-Linera, G., Guillén Servent, A., Gómez García, O., & Lorea Hernández, F. (2007). *Conservación en el centro de Veracruz. México. El bosque de*

niebla: ¿reserva archipiélago o corredor biológico? Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Ecología A.C.

Williams-Linera, G., Pérez García, I., & Tolome, J. (1996). El bosque mesófilo de montaña y un gradiente altitudinal en el centro de Veracruz, México. *La ciencia y el hombre*, 149-161.